
www.radio.msk.ru
www.paguo.ru
8•2001
РАДИО
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ
МТУ ИНФОРМ
Связь-Экспокомм '2001
• Динамическая MIDI-клавиатура
• «Dendy» — генератор ТВ сигналов
• «Сторож» с емкостным датчиком
• Усилитель мощности КВ
• Алгоритм быстрой зарядки аккумуляторов
8
2001
ISSN-0033-765X
9 770033 765009
...и еще 28 конструкций

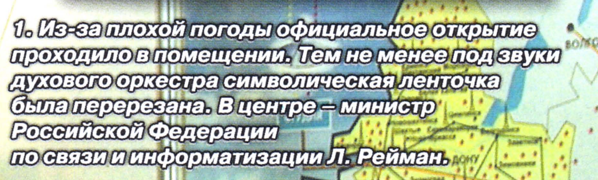
Связь - Экспокомм '2001











1. Из-за плохой погоды официальное открытие проходило в помещении. Тем не менее под звуки духового оркестра символическая ленточка была перерезана. В центре – министр Российской Федерации по связи и информатизации Л. Рейман.

2. Стенд журнала "Радио" готов принять посетителей выставки. Фото сделано перед открытием выставки...

3. ... а после открытия на фото можно увидеть лишь спины посетителей, окруживших стенд.

4. На выставках такого масштаба всегда присутствует элемент шоу. Японские предприниматели, например, решили, что достоинства широкополосной CDMA будут лучше поняты посетителями под танец иноземного робота с российской девушкой.

См. статью на с. 4-5.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. ОДИН ИЗ ЗАЛОВ ВЫСТАВКИ "СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ 2001". См. статью на с. 4.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АККУМУЛЯТОРОВ
АВТОМОБИЛЬНЫЙ АНТЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ
ЦИФРОВОЙ МУЛЬТИМЕТР М830
ТРАНСИВЕР "АМАТОР-160"

Тираж журнала "Радио" № 7 сдан в ОАО "Роспечать" для рассылки подписчикам 11.07.2001

Издается с 1924 года

РАДИО

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

8•2001

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
103045, Москва, Селиверстов пер., 10
E-mail:radio@paguo.ru

Группа работы с письмами — (095) 207-31-18
Группа рекламы — (095) 208-99-45,
тел./факс (095) 208-77-13; e-mail: advert@paguo.ru

Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: sale@paguo.ru
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ №7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных объявлений

Подписано к печати 13.07.2001 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032

Отпечатано в ОАО ПО "Пресса-1", 125993, ГСП-3, Москва, А-40,
ул. "Правды", 24. Зак. 1678

ПРАЗДНИК СВЯЗИ НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

История проведения в нашей стране международных специализированных смотров систем и средств связи насчитывает уже более четверти века. Проведенная в 1975 году первая выставка "Связь" была естественным ответом на все возрастающие потребности страны в современных средствах телекоммуникаций. В ней приняли участие 650 предприятий страны и иностранных фирм из 24 стран мира. Выставка вызвала очень большой интерес. Достаточно сказать, что ее посетили около 400 тысяч человек. Однако дальнейший путь выставок "Связь" не был гладким. Они проводились нерегулярно (за 20 лет – 6 выставок), да и уровень их заметно колебался.

Качественный скачок произошел в 1995 году, когда к основному организатору этих выставок – ЗАО "Экспоцентр" подключилась американская фирма "И. Джей Краузе энд Ассошиэйтс Инк.". Обновленная выставка получила новое название "Связь – Экспокомм" и с тех пор проводится ежегодно в мае. Высокий уровень и международное признание этой выставки подтверждает тот факт, что она отмечена Знаком Союза выставок и ярмарок. Выставка этого года была по счету тринадцатой.

Счастливый или несчастливый этот номер, но прошедший в нашей стране тринадцатый смотр систем связи, средств телекоммуникаций, компьютеров и оргтехники (так официально определена тематическая направленность выставки), безусловно, удался. Около 750 участников из 33 стран мира разместили свои экспозиции на площади 22 тысячи квадратных метров. Без преувеличения можно сказать, что под нее была задействована практически вся экспозиционная площадь "Экспоцентра" на Красной Пресне – как в павильонах, так и на открытых площадках. Следует подчеркнуть, что выставка "Связь – Экспокомм 2001" была организована при поддержке и содействии Министерства РФ по связи и информатизации, Министерства промышленности, науки и технологий РФ, Российского Агентства по системам управления.

Увеличение масштабов экспозиции предопределило появление в этом году на выставке Информационного центра, в котором можно было получить информацию о ее участниках, познакомиться с уточненными планами мероприятий как выставки, так и проходившего в ее рамках научно-технического симпозиума. В Информационном центре собирались все оперативные новости от участников выставки, причем доступ к ним был обеспечен и через Интернет на специально открытом сайте **www.svyazexpo.ru**. Этот сайт функционирует и сегодня, поэтому те из читателей журнала, кто имеет доступ в Интернет, могут познакомиться на нем с новостями из мира телекоммуникаций, прочитать интервью с руководителями крупнейших компаний. Иными словами, информационное обеспечение участников и посетителей выставки "Связь – Экспокомм 2001" было, несомненно, поставлено на более высоком уровне, чем на ее предшественниках.

Из 750 фирм, представленных на выставке "Связь – Экспокомм 2001", около 600 были российскими. Но заметная их часть это те, кто поставляет на наш рынок технику, произведенную в других странах. Тем не менее от выставки к выставке возрастает число ее участников, представляющих отечественных производителей.

Объединенная экспозиция Российского агентства по системам управления (РАСУ) ставила перед собой задачу продемонстрировать возможности российских предприятий по разработке и производству продукции и технологий телекоммуникаций и содействовать тем самым реализации наиболее перспективных проектов. Экспозиция РАСУ отразила последние достижения отечественной промышленности в обеспечении систем электросвязи, телевидения и радиове-



На стенде нижегородского "Квазара" — современная измерительная техника.

щания современной телекоммуникационной аппаратурой. Она продемонстрировала готовность российских предприятий к конструктивному международному сотрудничеству с иностранными инвесторами в области создания аппаратуры связи и развертывания ее совместного производства на территории России.

Всего в экспозиции РАСУ было представлено 37 предприятий, организаций и научно-исследовательских институтов, которые продемонстрировали 400 экспонатов по следующим видам телекоммуникационной аппаратуры:

— системы передачи данных и коммутационная техника для городских, сельских и учрежденческих сетей общего применения и ведомственной связи (АО "МОРИОН", НТЦ "СУПЕРТЕЛ ДАЛС", ГП "Дальняя связь", НПО "Раскат", АО "Интелтех" и др.);

— средства радиосвязи для стационарных и подвижных объектов: автомобильного и железнодорожного транспорта, морских и речных судов, авиации (Омский НИИ приборостроения, Горьковский завод аппаратуры связи, Федеральный научно-производственный центр Воронежский НИИ связи, Ижевский радиозавод и др.);

— малогабаритные цифровые радиорелейные станции с широким диапазоном скоростей передаваемой информации, телевизионный радиорелейный комплекс (АО Омский радиозавод им. Попова, НПФ "МИКРАН", ГНПП "Исток", ГУП МНИРТИ, Государственный Рязанский приборный завод);

— малая земная станция спутниковой системы связи и абонентские терминалы пользователей низкоорбитальной спутниковой системы связи "Гонец-Д1" (Ижевский радиозавод);

— новые разработки в области промышленного телевидения — взрывобезопасные и жаростойкие ТВ камеры, работающие в зонах повышенных температур от 85 до 1500 °С, радиационные системы, а также телевизионные спектральные системы (НИИ ПТ РАСТР);

— ТВ и радиопередатчики, в том числе для систем цифрового телевидения, другие разработки в области телевидения и радиовещания (АО МАРТ, АО "Телеком", МНИТИ);

— специализированное радиоизмерительное и технологическое оборудование, электронные компоненты и устройства, образцы высокостабильных кварцевых генераторов и акустоэлектронных фильтров, элементы волоконно-оптической техники (ГУП НИИ Микроэлектронной аппаратуры "Прогресс", ГНПП "Исток", АО "Фотон", ГУП НИИ приборостроения, ЗАО "Технодалс", МЗИА, ЦНИТИ Техномаш);

— телефонное оборудование, бытовые телефонные аппараты, а также телефонные аппараты специального назначения (Пермский телефонный завод "Телта", Концерн "БЭТО", НПО "Вектор");

— аппаратура двойного применения (для военных и гражданских целей), достоинство которой — широкий диапазон допустимых температурных и эксплуатационных воздействий (Федеральный научно-производственный центр ВНИИС).

Значительная часть образцов экспозиций этих предприятий разработана в рамках реализации Федеральных целевых программ "Создание технических средств связи, телевидения и радиовещания на период до 2005 года" и "Конверсия и реструктуризация оборонной промышленности".

(Окончание следует)

ЛОТЕРЕЯ ЖУРНАЛА "РАДИО"

Вот уже несколько лет проходит и пользуется неизменной популярностью лотерея журнала "Радио". Среди выигрышей — лотов — изделия бытовой радиоэлектроники, памятные сувениры журнала, подписка на следующее полугодие. Ежегодно проводятся два розыгрыша — по итогам первого и второго полугодия. В лотерее могут принимать участие все читатели журнала: и те, кто его выписывает, и те, кто покупает его в киосках (книжных магазинах, на радиорынках и т. д.).

В каждом номере журнала на 5—6-й страницах размещен купон для участия в лотерее. Те, кто наберет хотя бы пять разных купонов каждого полугодия и своевременно пришлет их в редакцию, станет участником лотереи.

Купон необходимо заполнить, вписав на обратной его стороне вашу фамилию и инициалы, а также название города, в котором вы живете. Большая просьба — при заполнении купона, а также вашего адреса на конверте писать как можно четче. Лучше всего – печатными буквами. К сожалению, нередко попадаются конверты с очень нечетко написанным или неполным адресом, что создает проблемы при рассылке лотов.

Купоны должны быть высланы в редакцию журнала "Радио" не по одному, а все сразу, комплектом, после выхода майского или июньского, а также ноябрьского или декабрьского номеров журнала. Их следует высылать в отдельном конверте, на котором делают пометку — "Лотерея". В лотерее принимают участие все, чьи купоны поступили в редакцию до 28 февраля и до 30 августа соответственно.



КОМПОНЕНТЫ В БЫТОВОЙ ВИДЕОТЕХНИКЕ

Коммутаторы видео- и аудиосигналов

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Для переключения сигналов (видео- и аудио-) в настоящее время в различной радиоаппаратуре используют интегральные коммутаторы. Однако сведения о микросхемах, выпускаемых зарубежными фирмами, бывает найти непросто. Поэтому автор публикует информацию о коммутаторах, наиболее часто встречавшихся ему в импортной видеотехнике. Эта информация пригодится как ремонтникам при устранении неисправностей, так и радиолюбителям для создания своих конструкций.

В большинстве современных моделей видеомагнитофонов, телевизоров, моноблоков, A/V-ресиверов и других видов бытовой электроники применены микросхемы для коммутации видео- и аудиосигналов. Выход их из строя не редкость, в частности, из-за подключения кабелей к работающей аппаратуре (статическое электричество, отсутствие соединения общих проводов и т. п.). Поэтому рассмотрение их представляет определенный интерес. Вполне реально также применение некоторых микросхем в радиолюбительских конструкциях, поскольку в настоящее время они доступны и недороги (0,5...2 долл. многие из них).

На первый взгляд, устройство для коммутации видео- или звуковых сигналов собрать просто. Однако на практике возникает ряд затруднений. В частности, для видеокоммутаторов требуется работа на низкоомную нагрузку (75 Ом) в очень широкой полосе частот (50 Гц...6 МГц) с очень небольшой (не более 1 дБ) неравномерностью АЧХ. Поэтому для такой цели не подходят микросхемы структуры КМОП (КМДП) серии К561 и др. К характеристикам звуковых коммутаторов также предъявляют определенные требования (отсутствие фона, наводок, шумов, прохождения сигналов из канала в канал и т. п.). Специальные микросхемы для этих целей как раз и решают все указанные проблемы.

Производителями интегральных коммутаторов видео- и аудиосигналов для серийной бытовой электроники можно назвать фирмы MATSUSHITA, ROHM, SANYO, MITSUBISHI, JRC, TOSHIBA и некоторые другие. Они перечислены по результатам анализа схем десятков моделей телевизоров, видеомагнитофонов и другой аппаратуры, распространенной в России. Чаще всего встречаются микросхемы фирм ROHM, SANYO, MITSUBISHI, JRC. Рассмотрим схемы включения наиболее доступных из них, т. е. недорогих и имеющихся в продаже на радиорынках и в фирмах посылочной торговли.

Сдвоенные двухвходовые коммутаторы BA7604N (цена — менее 1 долл.) фирмы ROHM предназначены для переключения видеосигналов размахом 1 В. Их схема включения показана на **рис. 1**. При сопротивлении нагрузки 75 Ом каждый коммутатор обеспечивает единичный коэффициент передачи в полосе частот от 50 Гц до 6 МГц. При изменении сопротивления нагрузки изменяется и коэффициент передачи, однако при этом не гарантируется нормированная неравномерность АЧХ. Управление коммутаторами возможно напряжением с выходов микросхем структуры КМОП или непосредственной подачей напряжений 0 (Н) или +5 (В) В на выводы 4 и 7. Реально применение этих микросхем и для коммутации звуковых, импульсных и других сигналов любой формы.

Микросхема LA7016 (менее 0,5 долл.) фирмы SANYO представляет собой одноканальный вариант видеокоммутатора. Ее схема включения изображена на **рис. 2**. Коммутатором управляют через внешний транзистор VT1, однако возможно непосредственное сопряжение с микросхемами структуры КМОП с открытым коллектором (564ЛА10 и т. п.).

Для коммутации видеосигналов и двух звуковых стереосигналов целесообразно использовать микросхему M5132OP (менее 2 долл.) фирмы MITSUBISHI. Ее схема включения представлена на **рис. 3**. Если требуется раздельное управление коммутаторами, для каждого входа управления устанавливают отдельный ключевой транзистор для связи с микросхемами структуры КМОП. Параметры видеоусилителя те же, что и у BA7604N (различие в максимально допустимых значениях). При холостом ходе и высокоомной нагрузке (более 1 кОм) обеспечивается размах видеосигнала на выходе 2 В при подаче на вход нормированного ПЦТВ размахом 1 В. При сопротивлении нагрузки 75 Ом коэффициент передачи равен единице.

Довольно часто при конструировании любительских устройств требуется разветвление видеосигналов на несколько потребителей. Это легко сделать, подключив нужное число эмиттерных повторителей к выходам видеокоммутатора (имеющего коэффициент усиления 6 дБ на высокоомной нагрузке) по схеме **рис. 4**. Размах видеосигнала на каждом из выходов равен 1 В на нагрузке 75 Ом. Влияние каналов друг на друга невелико даже в случае короткого замыкания одного или двух выходов.

При ремонте видео- и аудиотехники возникают задачи по диагностике неисправностей и подбору аналогов для замены дефицитных или дорогих микросхем на более доступные. Поэтому необходимо знать цоколевки (или схемы включения) ряда микросхем, применяемых в бытовой аппаратуре. Пользуясь ими, можно подобрать замену во многих случаях, причем не обязательно один на один, а и один на два или три корпуса.

На **рис. 5** показана схема включения микросхемы AN3581S фирмы MATSUSHITA, используемой в ряде моделей видеомагнитофонов PANASONIC (NV-FS88, NV-FS200, AG-7355 и др.). Микросхема содержит три канала для коммутации и усиления композитного (ПЦТВ) и компонентных видеосигналов яркости Y и цветности C (S-VHS).

Коммутатор K1 и усилитель A1 работают в яркостном канале Y. Сигналы с входа 1 проходят на выход при нулевом напряжении на входе управления 1, с входа 3 — при напряжении +5 В. Вход 2 используют для

Рис. 1

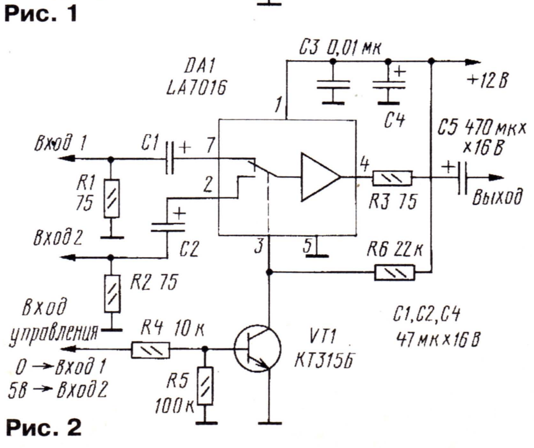


Рис. 2



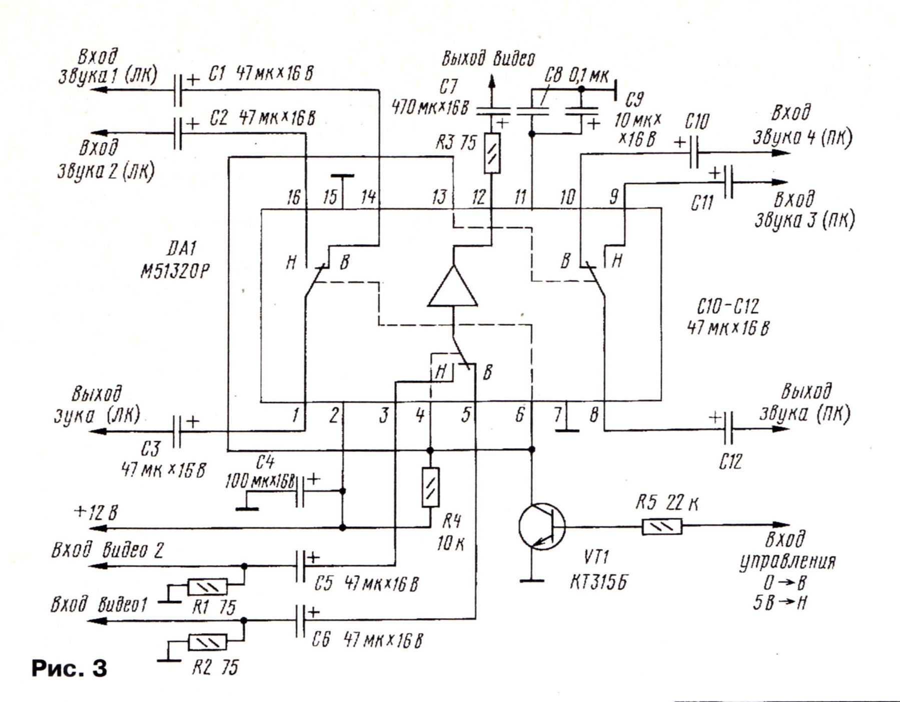


Рис. 3

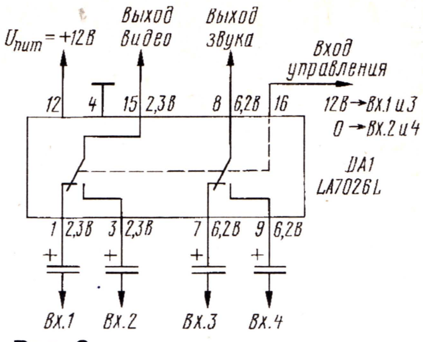


Рис. 6

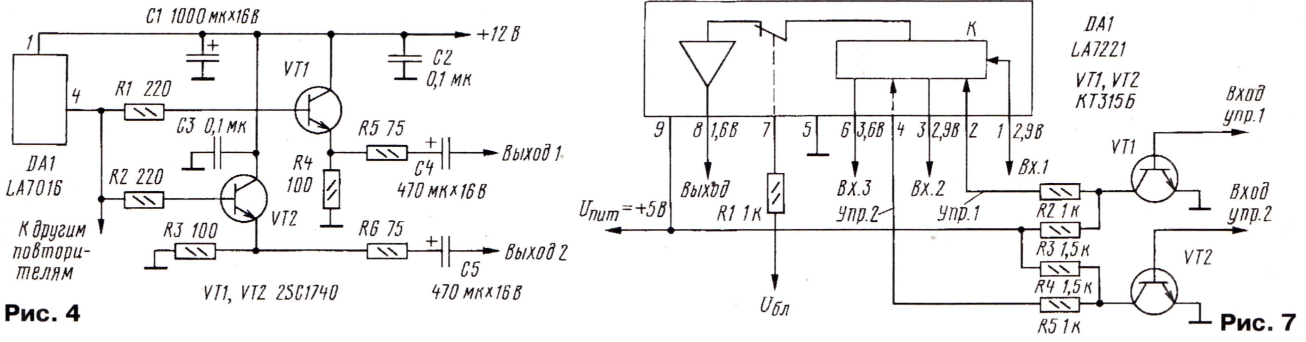


Рис. 4

Рис. 7

подмешивания к видеосигналам дополнительной информации (OSD—ON SCREEN DISPLAY — вывод информации на экран). Коэффициент передачи усилителя A1 задают внешними резисторами R1, R2 (при R1=R2=1 кОм он равен 2).

Так же построен канал композитного видеосигнала K2, A2. Яркостная и цветовая компоненты смешиваются во внутреннем сумматоре Z1. Канал цветности K3, A3 содержит усилитель с фиксированным коэффициентом усиления. Дисплейные символы OSD появляются на экране при напряжении +5 В на входе управления 2.

Микросхема LA7026L (менее 1 долл.) фирмы SANYO предназначена для коммутации двух видео- и двух звуковых сигналов. Ее цоколевка представлена на **рис. 6**. Оба канала имеют единичный коэффициент передачи и низкое выходное сопротивление.

Микросхема LA7221 фирмы SANYO — трехвходовый коммутатор с встроенным видеоусилителем. Имеется возможность выключения выходного сигнала (блокировка). Цоколевка микросхемы показана на **рис. 7**.

Включение входов происходит при подаче на выводы 2 и 4 комбинаций низкого (менее 2 В) и высокого (3,6 В) напряжений: входа 1 — высокого на вывод 2 и низкого на вывод 4, входа 2 — наоборот, входа 3 — низкого на оба вывода (при высоком напряжении на обоих состояние неопределенное). Все входы блокируются при подаче напряжения +5 В на вывод 7.

Для переключения звуковых сигналов служит микросхема M5201FP фирмы MITSUBISHI, представляющая собой двухканальный коммутатор с встроенными ОУ. Она выполнена в миниатюрном корпусе для поверхностного монтажа. Ее цоколевка изображена на **рис. 8**. Внешние цепи ООС при обычном ее использовании нарисованы штриховой линией. При этом будет единичный коэффициент усиления. Если его необходимо увеличить, уменьшают глубину ООС внешними резисторами так, как для неинвертирующих ОУ.

Широко применяют в аппаратуре и большое число других аналогичных микросхем. Перечислим некоторые из них, указав назначение и лишь отдельные сведения. Прежде всего, это микросхемы фирмы MITSUBISHI: M52055FP (16 выводов) — строенные двухвходовые коммутаторы видео- и аудиосигналов в корпусе для поверхностного монтажа; M52065FP — строенные двухвходовые коммутаторы сигналов цветности (их используют для переключения линий задержки в гребенчатых фильтрах —

Рис. 5

E-mail: tv@paguo.ru
тел. 208-83-05

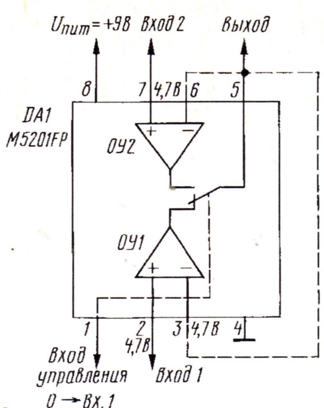


Рис. 8

COMB.FILTER — каналов изображения видеомагнитофонов PAL/NTSC); M52474P — два двухвходовых видеокоммутатора с видеоусилителями ($K_у$ = 6 дБ) и шестивходовый аудиокоммутатор с согласующим усилителем ($K_у$ = 0 дБ), имеет встроенный декодер сигналов управления (применяют в стереозвуковых видеомагнитофонах).

Фирма JRC выпускает микросхемы: NJM2233BS/BMA/F — двухвходовый коммутатор (используют, например, для переключения компонентных видеосигналов Y/C, R, G, B); NJM2234S — сдвоенные двухвходовые коммутаторы (ими можно переключать как звуковые, так и видеосигналы); NJM2246S — двухвходовый коммутатор с встроенным усилителем ($K_у$ = 6 дБ) для переключения видеосигналов; NJM2235M — трехвходовый видеокоммутатор с встроенным усилителем.

Особо следует отметить микросхему BA7755AF фирмы ROHM, используемую в цепях универсальной головки канала звука большого числа моделей видеомагнитофонов различных фирм. Микросхема выполнена в корпусе для поверхностного монтажа (восемь выводов), маркировка на нем — 7755A. Основная схема включения представлена на **рис. 9**.

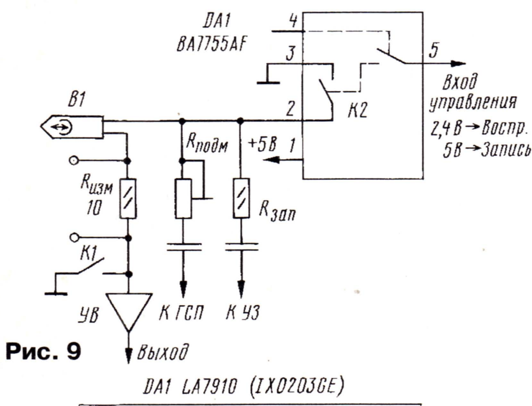


Рис. 9

В режиме воспроизведения коммутатор K2 микросхемы замкнут. Сигналы с универсальной головки B1 через резистор $R_{изм}$ поступают на вход усилителя воспроизведения. Коммутатор K1 при этом разомкнут (он обычно находится внутри микросхемы канала звука). В режиме записи коммутатор K1 замкнут, а K2 разомкнут. Выходной сигнал с усилителя записи через резистор $R_{зап}$ приходит на универсальную головку. Ток подмагничивания на нее с генератора стирания/подмагничивания проходит через подстроечный резистор $R_{подм}$ (BIAS).

Размах высокочастотного напряжения подмагничивания на выводе 2 микросхемы при минимальном сопротивлении $R_{подм}$ может достигать 80 В (номинальный размах — около 30 В), что иногда приводит к пробою коммутатора K2. При этом запись невозможна (воспроизведение нормальное).

Микросхема BA7755AF весьма дефицитна, ее можно получить только через сервисные центры (PANASONIC и др.). Поэтому для замены реально использование доступного аналога BA7755A (пять выводов) в SIP корпусе (цена на радиорынках — менее 0,5 долл.). Различие числа выводов смущать не должно: в планарном аналоге выводы 6—8 не используют, а назначение остальных выводов одинаковое. Можно, конечно, для замены применить транзисторный ключ, но нужно иметь в виду, что транзистор должен работать при большом высокочастотном напряжении на коллекторе, обладать низким сопротивлением $R_{к.э.нас}$ и малым уровнем шума.

Ряд коммутаторов предназначен для переключения поддиапазонов телевизионных тюнеров телевизоров и видеомагнитофонов: IX0260CE фирмы SHARP (3 долл.), AN5043 фирмы MATSUSHITA (2,5 долл.), LA7910 фирмы SANYO (0,4 долл.), функциональный аналог предыдущей IX0203GE фирмы SHARP (12 долл.) и др. Отметим существенную (в 30 раз) разницу в цене двух последних микросхем. И это, к сожалению, норма для микросхем фирмы SHARP (они труднодоступны, дороги и использованы только в ее аппаратуре). Однако вполне возможна замена микросхемы IX0203GE на LA7910.

Обе микросхемы представляют собой одноканальный коммутатор на четыре выхода с управлением двухразрядным кодом. Их схема включения показана на **рис. 10**. Значения напряжений и сопротивлений резисторов взяты из схем видеомагнитофонов SHARP—VC-A105 (IX0203GE) и SONY — SLV262EE (LA7910, изготовитель "начинки" этой модели — фирма SANYO).

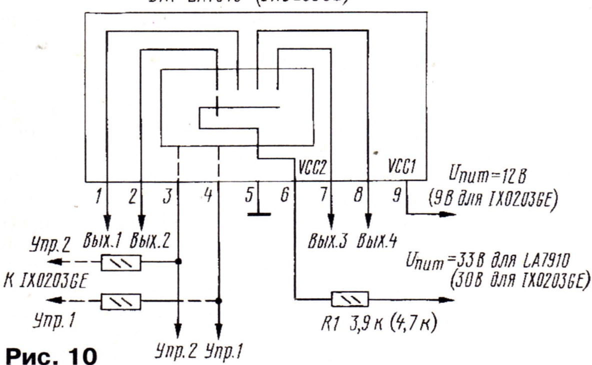


Рис. 10

Микросхемы отличаются параметрами сигналов управления: LA7910 — непосредственно уровнями КМОП, IX0203GE — через резисторы сопротивлением 560 Ом (при замене удалять совсем эти резисторы не нужно). Для включения выхода 1 (+12 В) на входы управления 1 и 2 подают уровни 0, выхода 2 — уровень 0 на вход управления 1 и уровень +5 В на вход 2, выхода 3 — наоборот, выхода 4 — уровень +5 В на оба входа.

Напряжение VCC1 обеспечивает работу самой микросхемы. Из напряжения VCC2 формируются управляющие уровни 0 или 12 В на выходах 1—4.

В заключение рассмотрим интересную микросхему BA6137 фирмы ROHM (0,3 долл.), хотя ее и нельзя назвать в прямом смысле коммутатором сигналов. Она предназначена для светодиодных логарифмических индикаторов уровней звуковых сигналов. Схема ее включения изображена на **рис. 11**. Встроенный пятиступенчатый компаратор напряжения соединяет с общим проводом выходы 1—5 при подаче на вход звуковых сигналов определенного уровня. Калибровка индикатора проста: подают на вход сигнал с желаемым значением уровня 0 дБ и подстройкой резистора R1 добиваются свечения светодиода VD3 (при этом будут светиться светодиоды VD1 и VD2).

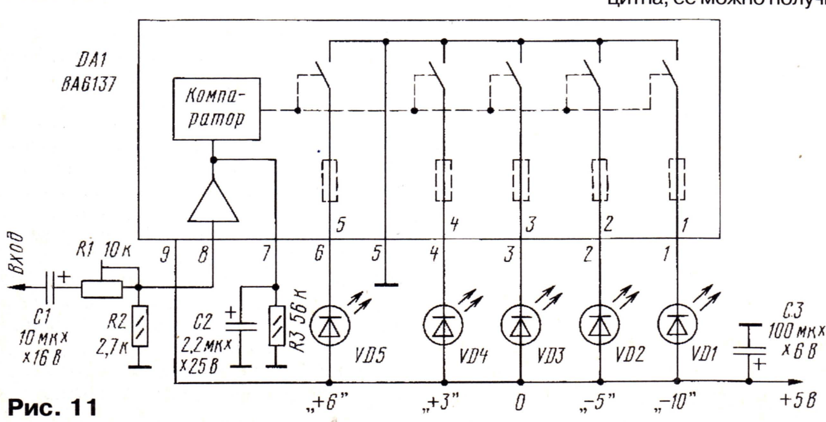


Рис. 11

Зарубежные фирмы выпускают также много сложных специализированных интегральных коммутаторов. ■

E-mail: tv@paguo.ru
тел. 208-83-05

ДВУХПОЛОСНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

С. МОТОХОВ, г. Ярославль

Вниманию читателей предлагается описание малогабаритной акустической системы на основе двухполосного громкоговорителя фазоинверторного типа с использованием отечественных динамических головок. Воспользовавшись некоторыми расчетными формулами и результатами измерений некоторых параметров головки НЧ, можно настроить громкоговоритель без специальной измерительной аппаратуры.

Целью разработки описываемой конструкции было создание недорогой АС с хорошей повторяемостью и обладающей неплохим качеством звучания.

В громкоговорителе применены широко распространенные головки 25ГДН-3-4 и 4ГДВ-1-8.

Отличительной особенностью громкоговорителя является наличие щелевого порта фазоинвертора в нижней части корпуса (**рис. 1**).

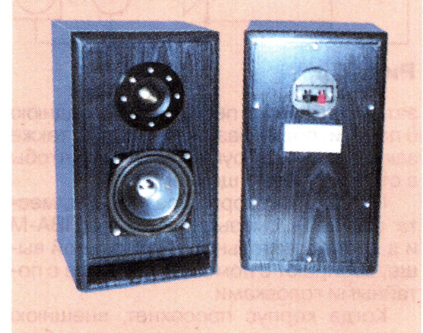


Рис. 1

Основные технические характеристики

Максимальная шумовая (паспортная) мощность, Вт 25
Максимальная кратковременная мощность, Вт 60
Номинальное электрическое сопротивление, Ом 4
Диапазон воспроизводимых частот, Гц . . . . .50...20000
Уровень характеристической чувствительности, дБ/√Вт·м 85
Габариты корпуса, мм . . . 210×360×240
Масса, кг 7

На передней панели громкоговорителя с наружной стороны установлены головки 25ГДН-3-4 и 4ГДВ-1-8, причем высокочастотная головка закреплена с помощью промежуточного кольца. Площадь фазоинверсного отверстия 18 см^2. С целью уменьшения завихрений воздуха на краях отверстия порт фазоинвертора и полка фазоинверсного отверстия выполнены со скругленными краями.

Для подключения кабеля на задней стенке громкоговорителя в специальной нише установлены двухконтактные пружинные зажимы, широко используемые в аудиоаппаратуре.

Панели 1, 2, 3, 5, 6 корпуса (**рис. 2**) и полка фазоинверсного отверстия (ФИ) 4 изготовлены из ДСП толщиной 16 мм, планка 7 — из фанеры 10 мм.

Корпус собран с помощью шурупов с потайными головками. Соприкасающиеся поверхности панелей предварительно смазаны клеем ПВА. Для лучшей герметичности клеем промазаны и внутренние ребра корпуса. На заднюю панель выше полки ФИ и верхнюю панель с внутренней стороны приклеен слой ватина толщиной 20 мм.

Внешние поверхности корпуса прошпаклеваны, обработаны наждачной бумагой и оклеены декоративной самоклеющейся пленкой.

Кольцо (**рис. 3**) изготовлено из листового алюминиевого сплава Д16Т. Гайки крепления головки ВЧ (**рис. 4**) изготовлены из мягкого алюминиевого сплава толщиной 1 мм и впрессованы паяльником в "ушки" этой головки. Кольцо, фланцы диффузородержателя головки НЧ и планка на задней стенке окрашены черной нитроэмалью.

Головка ВЧ закреплена на кольце шурупами с декоративным покрытием через прокладку из тонкого листового ПВХ материала. Головка НЧ и кольцо с головкой ВЧ установлены с аналогичными прокладками на передней панели громкоговорителя.

Схема разделительных фильтров и включения головок приведена на **рис. 5** [2]. Частота раздела — 3,5 кГц. Фильтр третьего порядка для головки ВЧ позволяет ослабить влияние резонанса подвижной системы в области частот 1,4...2 кГц.

Головки включены противофазно, чтобы свести к минимуму провал АЧХ в области частоты раздела. Правильность такого включения подтверждена прослушиванием.



Рис. 2

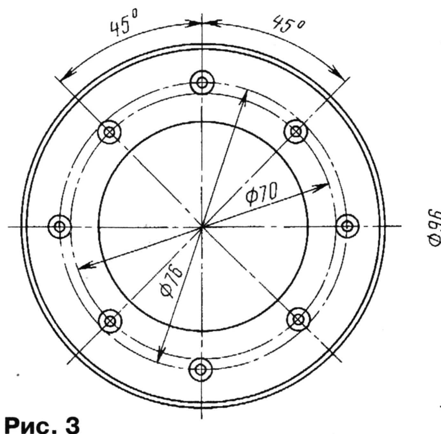


Рис. 3

Рис. 4

Резистором R3 корректируется чувствительность головки ВЧ, а резистором R4 устанавливается необходимая величина сопротивления нагрузки ФВЧ.

Цепочки из элементов R1, R2, C3—C6, C11 компенсируют увеличение индуктивного сопротивления головок с ростом частоты, обеспечивая постоянство нагрузки фильтров.

В фильтрах применены конденсаторы К73-17, резисторы МЛТ. Катушки L1 и L2 — бескаркасные с ферритовыми магнитопроводами, намотаны виток к витку проводом ПЭВ-2 0,66 и имеют по 130 витков. Длина и диаметр намотки — 15 мм. В качестве магнитопровода применен отрезок ферритового стержня М600НН диаметром 8 мм.

Элементы фильтров установлены на печатную плату (**рис. 6**), которая закреплена шурупами на внутренней поверхности задней панели рядом с выводами клемм. Монтаж выполнен гибким многожильным проводом сечением 1 мм^2.

E-mail: audio@paguo.ru тел. 208-83-05

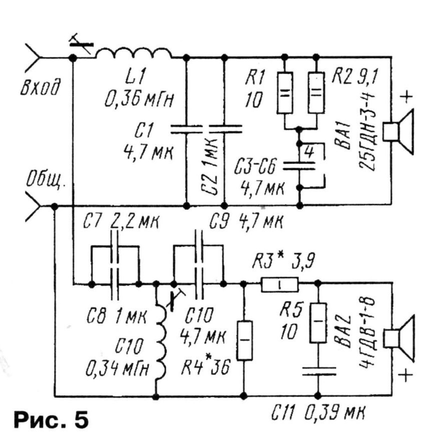


Рис. 5

Теперь подробнее об изготовлении громкоговорителей.

Динамические головки нужно подбирать без призвуков и дребезга, прослушивая их на синусоидальном сигнале в рабочей полосе частот. Излучатели должны иметь близкие параметры. Для головок ВЧ — это величина сопротивления постоянному току R_e и резонансная частота подвижной системы f_s.

У головок НЧ, кроме этих параметров, желательно определить величину полной добротности Q_t и отобрать их, по возможности, с максимально близкими частотами основного резонанса в свободном пространстве f'_s в пределах 48...52 Гц и добротностью Q'_t, близкой к 0,4 (с допуском 5 %).

Резонансную частоту и добротность головки можно определить следующим образом.

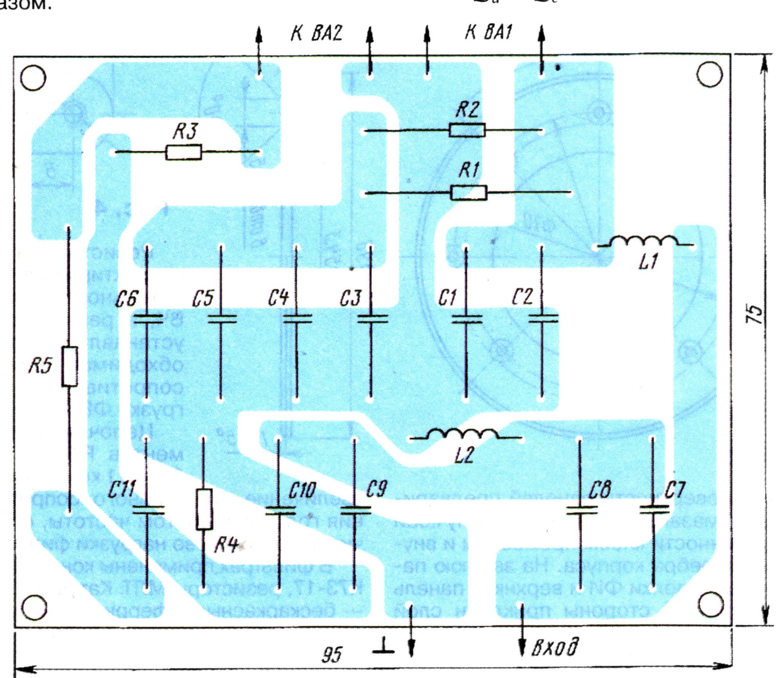


Рис. 6

Собирают измерительную цепь согласно схеме на **рис. 7**. Головку подвешивают на штанге для отдаления от больших поверхностей и подсоединяют к ее выводам щупы вольтметра или осциллографа. Изменяя частоту генератора, находят низшую частоту, на которой показания амплитуды сигнала будут максимальны. Эта частота является частотой основного резонанса головки в свободном воздухе f''_s. Для головки НЧ резонансные частоты в акустическом оформлении f'_s и без него f'_s несколько отличаются.

Акустическая (механическая) добротность головки НЧ в свободном пространстве определяется по формуле (1) [3]:

$$Q_a' = \frac{f_s'}{f_2 - f_1}\sqrt{\frac{U_s}{U_e}}\ , \qquad (1)$$

где f'_s — резонансная частота головки в свободном воздухе; U_s — показания вольтметра на частоте резонанса; U_e — показания вольтметра на постоянном токе; f_1 и f_2 — частоты, на которых показания вольтметра равны U_1 и U_2;

$$U_1 = U_2 = \sqrt{U_s U_e}\ . \qquad (2)$$

Электрическая добротность головки (в свободном пространстве) определяется по следующей формуле:

$$Q_e' = \frac{Q_a'}{\dfrac{U_s}{U_e} - 1}\ . \qquad (3)$$

Тогда полную добротность Q'_t можно найти как параллельное соединение Q'_a и Q'_e (при выходном сопротивлении усилителя, близком к нулю):

$$Q_t' = \frac{Q_a' \cdot Q_e'}{Q_a' + Q_e'}\ . \qquad (4)$$

Если значение добротности оказалось больше 0,4, то можно попытаться уменьшить его акустическим демпфированием головки. Для этого в окна диффузородержателя вклеивают пластинки из демпфирующего материала, например, синтепона, или закрывают их тонким слоем ваты. Добротность Q'_a при этом уменьшается, вызывая уменьшение Q'_t.

Акустическое демпфирование головки НЧ мягким материалом хорошо еще и тем, что снижаются резонансные свойства системы головка — ящик фазоинвертора. Это выравнивает характеристику модуля электрического сопротивления АС и облегчает режим работы усилителя.

Изготовление корпуса громкоговорителя, пожалуй, самая трудоемкая и сложная операция. Панели необходимо изготавливать очень тщательно, с ровными торцами, образующими прямые углы.

Сначала высверливают отверстия в передней и задней панелях под головки и зажимы, и края отверстий обрабатывают напильником. Устанавливают на клею, фиксируя шурупами, планку 7. Затем на шурупах соединяют боковые панели 1 (см. рис. 2) с верхней 2 и нижней 5 панелями (по 3 шурупа на ребро),

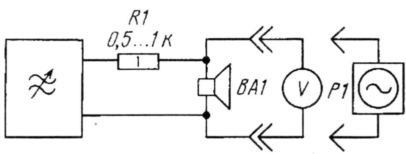


Рис. 7

затем подгоняют переднюю 3 и заднюю 6 панели, полку фазоинвертора 4, также закрепляя их шурупами. Следят, чтобы в стыках не было щелей.

После этого корпус разбирают, места стыковки смазывают клеем ПВА-М и в последовательности, указанной выше, собирают с помощью шурупов с потайными головками.

Когда корпус просохнет, внешнюю поверхность корпуса шпаклюют и обрабатывают наждачной бумагой. Этот процесс повторяют два-три раза, чтобы получить ровную поверхность.

Шпаклевку можно приготовить на клее ПВА, добавляя в него мелко просеянный мел, воду и перемешивая до консистенции густой сметаны.

После обработки каждую грань корпуса поочередно оклеивают газетной бумагой, используя обойный или жидкий клей ПВА. Это необходимо для получения более гладкой поверхности. Излишки бумаги после просушки срезают ножом, ребра зачищают наждачной бумагой и промазывают клеем.

Оклейку корпуса пленкой желательно проводить после предварительных испытаний, чтобы не портить отделку в процессе доводки акустической системы. Сначала одним куском пленки оклеивают боковые, верхнюю и нижнюю грани (стык внизу), затем переднюю и заднюю панели. Эта работа требует аккуратности. Если пленка в местах сгиба неплотно прилегает к поверхности, то ее можно прогладить не очень горячим утюгом через лист бумаги. Лишние части пленки в местах установки головок и зажимов обрезают острым ножом.

Декоративную рамку с тканью можно изготовить из фанеры толщиной 10 мм, окрасить черной тушью и обтянуть акустически прозрачной тканью черного цвета. Для этой цели хорошо подходит капрон, шифон, шелк. Ткань закрепляют клеем на тыльной стороне рамки. Уста-

E-mail: audio@paguo.ru
тел. 208-83-05

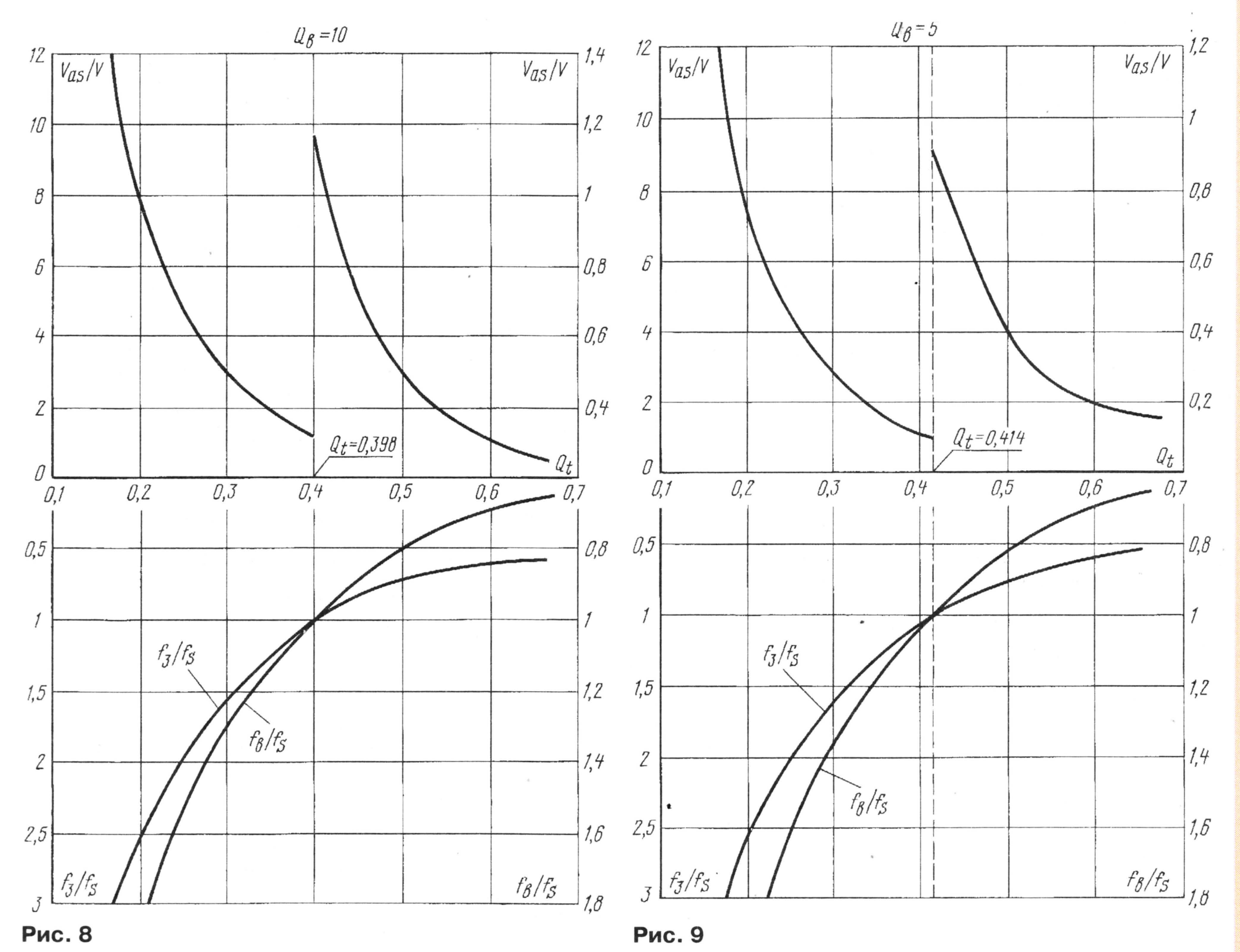


Рис. 8 **Рис. 9**

новить рамку на передней панели можно с помощью металлических штифтов, изготовленных из гвоздей с декоративным покрытием.

Печатная плата для фильтров изготовлена из односторонне фольгированного материала толщиной 1,5...2 мм.

Катушки индуктивности фильтров наматывают следующим образом. Из полоски бумаги склеивают цилиндр внутренним диаметром 8,5 мм и длиной 15 мм. Выпиливают из фанеры толщиной 3 мм две щечки диаметром 20 мм. В одной из щечек проделывают шилом отверстие под вывод на расстоянии 4...5 мм от центра. Щечки с втулкой между ними зажимают на валу намоточного станка и наматывают катушку. Вместо станка можно использовать дрель с зажатым в патрон болтом или шпилькой. Во время намотки каждый слой промазывают клеем БФ-2. Когда клей подсохнет, катушку снимают и освобождают от щечек и втулки. Далее обмотку стягивают нитками и опять промазывают клеем. Подгонку величины индуктивности производят введением ферритового магнитопровода, который затем фиксируют клеем.

Если у радиолюбителя нет прибора для измерения индуктивности, то ее величину можно определить, располагая лишь генератором фиксированной частоты и вольтметром переменного тока. Для этого на цепочку из резистора (R) и катушки индуктивности (L), соединенных последовательно, подают синусоидальный сигнал известной частоты (f). При R>>2πfL выполняется равенство:

$$\frac{U_L}{U_R} = \frac{2\pi fL}{R}, \qquad (5)$$

отсюда

$$L = \frac{R}{2\pi f} \cdot \frac{U_L}{U_R}, \qquad (6)$$

где R — сопротивление резистора, Ом; L — индуктивность, Гн; f — частота сигнала, Гц; U_L и U_R — величины напряжений на катушке индуктивности и резисторе, измеренные вольтметром.

Готовые катушки и конденсаторы после установки приклеивают к печатной плате клеем БФ-2 или 88.

Далее в корпус устанавливают головки, провода выводят через порт фазоинвертора и подсоединяют к плате фильтров вне корпуса АС. На плату подают напряжение звуковой частоты от генератора. Изменяя частоту в пределах 2,5...4 кГц, оценивают уровень звукового давления, развиваемого головкой НЧ до частоты раздела 3,5 кГц, и головкой ВЧ выше этой частоты. Уровни должны быть примерно равны. Оценку можно делать с помощью измерительного микрофона или на слух. Если уровни заметно отличаются, то надо подкорректировать сопротивление резистора R3 на плате фильтров.

Затем пересчитывают сопротивление резистора R4 так, чтобы сопротивление нагрузки фильтра ВЧ составило примерно 10 Ом.

После этого плату фильтров устанавливают внутри корпуса АС и заканчивают монтаж.

Заключительный этап — проведение проверки и регулировки громкоговорителя в целом. Для этого от генератора звуковой частоты через резистор 500...1000 Ом на громкоговоритель подают сигнал в полосе частот 20...20000 Гц (см. рис. 7). С помощью вольтметра или осциллографа снимают зависимость напряжения на клеммах АС от частоты, поддерживая постоянным напряжение на выходе генератора.

Фактически это будет кривая модуля электрического сопротивления АС. Фиксируют в НЧ области частоты, на которых наблюдаются экстремумы (два максимума и один минимум): f_1 и f_h — частоты максимумов, f_b — частота минимума. Частота f_b является собственной частотой настройки фазоинвертора.

Дело в том, что в низкочастотной части диапазона существует связь между АЧХ по звуковому давлению и характеристикой модуля электрического сопротивления АС. В правильно спроек-

E-mail: audio@paguo.ru
тел. 208-83-05

тированной АС АЧХ в низкочастотной области является гладкой, т. е. не имеет резких выбросов и спадов.

Проверить АЧХ АС в любительских условиях затруднительно, для этого надо иметь специальную аппаратуру и помещение. Но оценить, является АЧХ гладкой или нет, можно значительно проще, анализируя лишь характеристику модуля электрического сопротивления. Это можно сделать следующим образом.

Рассчитывают резонансную частоту НЧ головки в акустическом оформлении f_s:

$$f_s = \frac{f_1 \cdot f_h}{f_b} . \qquad (7)$$

Определяют отношение V_{as}/V:

$$\frac{V_{as}}{V} = \frac{(f_h^2 - f_b^2)\cdot(f_b^2 - f_1^2)}{f_1^2 \cdot f_h^2} , \qquad (8)$$

где V_{as} — объем, эквивалентный гибкости подвижной системы НЧ головки; V — внутренний свободный объем корпуса АС.

Объем V для описываемой системы составляет около 11 дм³.

Уточняют добротности Q_a, Q_e и Q_t низкочастотной головки в акустическом оформлении:

$$Q_a = Q_a' \cdot \frac{f_s'}{f_s} ; \qquad (9)$$

$$Q_e = Q_e' \cdot \frac{f_s'}{f_s} ; \qquad (10)$$

$$Q_t = \frac{Q_a \cdot Q_e}{Q_a + Q_e} . \qquad (11)$$

Определяют добротность ящика фазоинвертора Q_b:

$$Q_b = \frac{f_b \cdot V \cdot (U_s - U_b)\cdot U_e}{f_s \cdot V_{as} \cdot Q_e \cdot (U_s - U_e)\cdot(U_b - U_e)} , \qquad (12)$$

где U_b — величина напряжения на зажимах АС при $f = f_b$.

В [1] и на **рис. 8, 9** приведены номограммы для значений $Q_b = 10$ и $Q_b = 5$. На рисунках отображена взаимная зависимость основных параметров головки НЧ в ящике фазоинвертора для условия сохранения гладкой частотной характеристики. Это параметры V_{as}, f_s и Q_t, а также f_b — частота настройки ящика-фазоинвертора и f_3 — частота среза громкоговорителя. Для удобства по вертикальной оси отложены относительные значения V_{as}/V и f_b/f_s.

Выбрав номограмму, наиболее подходящую для значения Q_b, проверяют соответствие отношений V_{as}/V и f_b/f_s значению добротности Q_t, отложенному по горизонтальной оси.

Для описываемого громкоговорителя эти параметры имеют следующие приближенные значения:

$Q_b = 12$, $Q_t = 0{,}4$; $V_{as}/V=1{,}2$; $f_b/f_s=1$; $f_b = 48$ Гц; $f_{s1} = 48$ Гц; $f_{s2} = 49$ Гц.

Резонансная частота головок НЧ в свободном пространстве $F'_{s1} = 49$ Гц; $f'_{s2} = 50{,}7$ Гц.

Если у радиолюбителя значения параметров получились отличными от указанных, то имеется возможность изменить некоторые из них. Например, можно уменьшить добротность низкочастотной головки введением демпфирования указанным выше способом. Отношение V_{as}/V в небольших пределах можно увеличить, поместив внутрь корпуса громкоговорителя слабо поглощающий материал (куски ДСП, пенопласт). Свободный объем V при этом уменьшается. Если же дополнительно оклеить внутреннюю поверхность корпуса звукопоглощающим материалом (вата, войлок) или просто поместить его в корпус (вата, войлок), то отношение V_{as}/V можно уменьшить, параметр V при этом увеличивается. Изменять частоту настройки фазоинвертора f_b сложнее; для этого придется изменять длину полки или ширину щели фазоинверсного отверстия.

Параметры имеющихся у радиолюбителя головок НЧ могут существенно отличаться от указанных. Тогда нужно сделать расчет для конкретных значений, изменив размеры корпуса и частоту его настройки согласно [1]. Для уменьшения потерь желательно обеспечить добротность корпуса Q_b не менее 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградова Э. Л.** Конструирование громкоговорителей со сглаженными частотными характеристиками. — М.: Энергия, 1978, 49 с.

2. **Алдошина И. А., Войшвило А. Г.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985.

3. **Попов П., Шоров В.** Повышение качества звучания громкоговорителей. — Радио, 1983, № 6, с. 50.

МИКШЕРНЫЙ ПУЛЬТ

Э. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

Схема входной универсальной линейки представлена на **рис. 4**. Она собрана всего на трех микросхемах. Конечно, все качественные характеристики входного канала зависят, в первую очередь, от параметров МС SSM2017 (DA1). Шумы у нее не превышают 950 пВ/√Гц, скорость нарастания напряжения — 17 В/мкс, гармонические искажения — менее 0,005 %, усиление изменяется от 1 до 1000 выбором сопротивления всего одного резистора R_G, включаемого между выводами 1 и 8, а именно: R_G= 10 кОм/(G–1). Например, для усиления G=1000 его сопротивление равно 10 Ом, для G=100 — 101 Ом, для G=10 — 1,1 кОм и т. д. В некоторых случаях удобнее вместо переменного резистора (R5 или R6) иметь переключатель на несколько фиксированных значений коэффициента передачи входного усилителя. Потребляемый ток — менее 14 мА при напряжении питания ±6...22 В. Полоса пропускания МС превышает 1 МГц при коэффициенте усиления 100 и для ее ограничения введена цепь R15C7.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2001, № 7

В следующих каскадах применены сдвоенные ОУ (DA2, DA3) типа OP275G с низким шумовым напряжением (6 нВ/√Гц). Скорость нарастания выходного напряжения — 22 В/мкс, гармонические искажения — менее 0,0006 %, диапазон питающих напряжений — ±4,5...22 В. При небольшом ухудшении параметров входного канала можно вместо них применять ОУ TL072, TL082.

По конструктивным соображениям в качестве регуляторов "LEVEL" использованы обычные (не движковые) цилиндрические переменные резисторы. Они установлены на верхней панели линейки и соединены с платой проводами, поэтому возможна установка резисторов любого типа и их замена при ремонте. В темброблоке удобнее использовать импортные регуляторы с фиксированным средним положением. Включение переменных резисторов R25, R34, R38 в регуляторах уровня сигнала по приведенной схеме позволило использовать резисторы с линейной характеристикой изменения сопротивления (А). По отзывам пользователей, работать с ними очень удобно, тем более что нанесенная шкала достаточно точна.

В качестве компараторов индикатора используется счетверенный ОУ типа LM324 (DA4). Отечественная МС К1401УД2 отличается от аналога только противоположной полярностью включения питания (т. е. при установке ее нужно развернуть на 180 градусов). Светодиоды HL1—HL4 индикатора включены таким образом, чтобы зажигались поочередно. Применение упрощенного детектора допустимо, поскольку индикатор предназначен для грубой оценки уровня сигнала. По этой же причине шаг шкалы выбран равным 6 дБ.

Схема входной стереолинейки (**рис. 5**) значительно проще и не нуждается в пояснениях. Сдвоенные переменные резисторы R3, R6, R13, R41, R46 установлены непосредственно на плату, чтобы избежать пайки многочисленных соединительных проводов. Индикатор один, к его входу подключены выходы детекторов обоих каналов. Конечно, переключать один из регуляторов AUX к выходу регулятора "LEVEL" в стереолинейке бессмысленно, и этот переключатель исключен. Можно значительно упростить и повысить надежность работы стереолинейки, применив интегральный управляемый регулятор (TDA1074A или TDA1524) [4]. Электронное управление позволяет отказаться от сдвоенных переменных резисторов, но эти МС (особенно TDA1524) обладают собствен-

E-mail: audio@paguo.ru тел. 208-83-05

Рис. 4

Рис. 5

ными повышенными шумами, так как предназначены для работы в бытовой радиоаппаратуре. У МС TDA1074A параметры значительно лучше.

В основном канале выходной линейки MASTER (**рис. 6**) тоже работают всего три МС сдвоенных ОУ: DA1 — в сумматоре и входном линейном усилителе, DA2 — в компрессоре и DA3 — в выходном усилителе. Квазипиковый измеритель на 12 уровней индикации собран на МС ОУ DA4—DA6. В этом измерителе светодиоды светятся "столбиком".

Конечно, существуют специализированные МС для индикаторов, но они не позволяют выбрать любую удобную шкалу. В нашем случае желательно отмечать

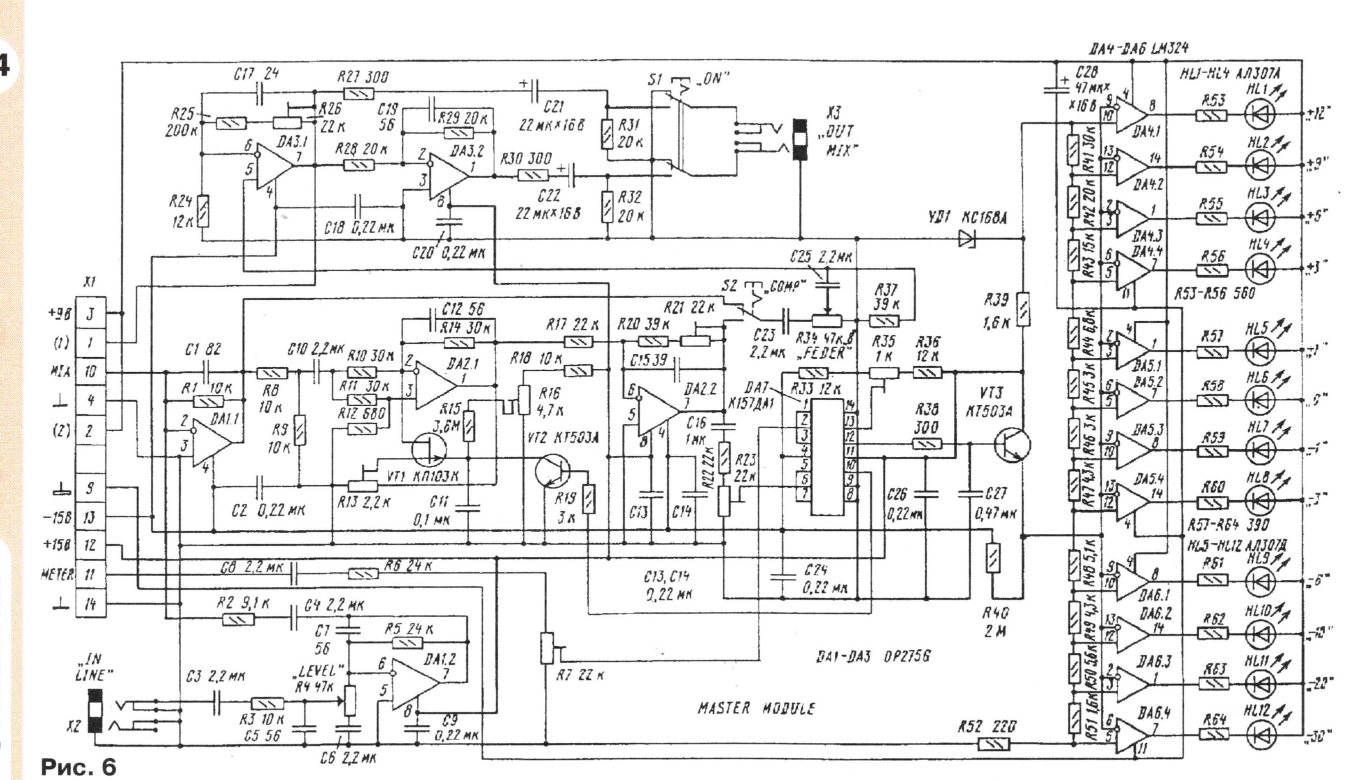


Рис. 6

наличие сигнала (–30 дБ), обеспечить достаточную точность регулировки уровня сигнала в районе нормированного значения и запас до +12 дБ для предварительной установки начального сжатия диапазона уровня компрессором. В детекторах измерителя уровня и канала управления компрессора работает МС DA7 (К157ДА1). Существует МС SSM2110 такого же назначения, которая позволяет обеспечить различные характеристики преобразования и временные параметры, имея динамический диапазон до 100 дБ. Но К157ДА1 имеет сдвоенный преобразователь и проще в применении, хотя динамический диапазон составляет 50 дБ и может сократиться в случае перегрева при пайке из-за увеличения начального напряжения. Поэтому для установки нижнего предела "–30 дБ" предусмотрен подстроечный резистор R35, с помощью которого можно компенсировать начальное напряжение.

Порог срабатывания компрессора устанавливается подстроечным резистором R23, а "нуль" индикатора — R7. Второй ОУ (DA2.2) нужен для сохранения той же фазы сигнала при включении компрессора. Подстроечный резистор R21 позволяет выровнять амплитуду сигналов. Настройка компрессора описана в [2], но коротко напомним, что сначала нужно выключить компрессор, поставив движок резистора R23 в нижнее по схеме положение. Затем находят положение движка R16, при котором полевой транзистор VT1 заперт. Если запирающее напряжение окажется больше напряжения отсечки, то компрессор будет работать "грубо", с помехами. Если же немного приоткрыть транзистор, уменьшается время восстановления авторегулятора, что также снижает качество его работы на слух. Затем при входном уровне сигнала на 10 дБ ниже нормированного подстройкой резистором R21 выравнивают выходное напряжение при включенном и выключенном компрессоре.

Далее подают входной сигнал с завышенным на 10 дБ уровнем и с помощью R23 устанавливают на выходе компрессора напряжение на 1,5 дБ выше нормированного и подстройкой R13 добиваются наименьшего значения искажений. Обычно легко достигается значение менее 0,3 %.

При номинальном входном уровне напряжение на выходе компрессора из-за начального сжатия может оказаться чуть ниже (на 0,5 дБ), чем в положении "обход", но на реальном сигнале благодаря инерционности компрессора всегда есть небольшие завышения нормированного уровня. Если хочется иметь более горизонтальную характеристику ограничения, необходимо поднять усиление канала управления (DA2.2), а выходной уровень компрессора выровнять с помощью дополнительного делителя. На слух при этом авторегулятор будет работать "грубее", поскольку вносит больше искажений в динамику сигналов.

Подстроечный резистор R26 позволяет выравнивать усиление двух выходных линеек при отключенном компрессоре. Понятно, что контролироваться должно выходное напряжение линеек MASTER. FEDER должен стоять в положении "0 дБ", и подстроечным резистором выставляется нормированное выходное напряжение в обоих выходных каналах, после чего подстройкой R7 устанавливают уровень 0 дБ в показаниях измерителей. Особая точность требуется только при установке напряжения отсечки полевого транзистора в компрессоре. Все подстроечные резисторы типа СП3-19а размещаются на плате и обычно в течение нескольких лет эксплуатации пульта дополнительных регулировок не требуют.

В качестве фейдера R34 используется движковый переменный резистор, позволяющий оценить положение регулятора даже находясь на некотором удалении от пульта. Верхние панели выходных линеек и линейки MONITOR имеют меньше органов управления, и установка таких переменных резисторов не представляет сложности. В линейке MONITOR для регулировки выходного уровня стереосигнала используется такой же сдвоенный переменный резистор с линейной характеристикой (А).

Чтобы через переменный резистор оперативного регулятора уровня (например, "LEVEL") не протекал постоянный ток, сигнал на него обычно подается через конденсатор. Без этого в некоторых импортных пультах специальные "пылезащищенные" переменные резисторы начинают "трещать" уже через несколько месяцев эксплуатации. И хотелось бы обратить внимание на применение полярных (оксидных) конденсаторов в качестве разделительных (например, С13, С20 на рис. 4). Всегда считалось, что для их нормальной работы должно быть подано начальное напряжение смещения. Но фирмы-изготовители МС в рекомендованных для применения схемах указывают именно такое включение. Оказалось, что полярные конденсаторы с малой утечкой (серии SL) работают нормально и в таком включении. Неполярные конденсаторы серии NA менее доступны. При проведении профилактических работ через два года эксплуатации пульта "1642" был выявлен всего один случай увеличения нелинейных искажений до $K_Г$ = 0,3 % по причине дефекта в одном из нескольких десятков оксидных конденсаторов.

ЛИТЕРАТУРА

4. **Шкритек П**. Справочное руководство по звуковой схемотехнике. — М.: Мир, 1991, 446 с.

(Окончание следует)

E-mail: audio@paguo.ru тел. 208-83-05

ДВУХДИАПАЗОННЫЙ БЛОК УКВ

А. ПАНЬШИН, г. Москва

Радиовещательный приемник "Салют-001", в свое время пользовавшийся заслуженным признанием любителей "побродить" по эфиру, сегодня несколько сдает позиции. Развитие вещания на территории России в диапазоне УКВ-2 с частотами 88...108 МГц "оставило" не у дел прекрасную конструкцию. А между тем вдохнуть "вторую жизнь" в любимый аппарат не так уж и сложно — необходимо сделать универсальный блок приема, работающий в двух поддиапазонах УКВ. Такой блок можно использовать и в других моделях радиоприемников. Решению этой задачи и посвящена предлагаемая читателям статья.

В радиоприемнике "Салют-001" применен штатный блок УКВ-1-2С-IV, рассчитанный на работу только в диапазоне частот 65...73 МГц. Для расширения возможностей приемника и работы в диапазоне с частотами 88...108 МГц предлагаю выполнить УКВ блок по схеме, приведенной на **рис. 1**. Он выполнен на одной микросхеме, четырех транзисторах и четырех варикапах и позволяет принимать радиостанции в диапазонах 65...75 и 88...108 МГц на штыревую антенну приемника.

Блок состоит из двух раздельных (для каждого из поддиапазонов) УРЧ, выполненных на транзисторах VT1 (УКВ-2) и VT2 (УКВ-1) по схеме с общей базой, двух раздельных гетеродинов на транзисторах VT4 и VT3 и смесителя на микросхеме DA1. Нагрузками УРЧ служат колебательные контуры в цепях коллекторов транзисторов — L1C5C8VD1 и L2C6C9VD2 соответственно для поддиапазонов УКВ-2 и УКВ-1. Резистор R6 предупреждает самовозбуждение УРЧ и подбирается в процессе настройки.

Колебательные контуры гетеродинов образованы элементами L9C20C22VD3 (УКВ-2) и L10C23C24VD4 (УКВ-1). Частоты настройки гетеродинов выбраны выше частоты УРЧ. Базовые цепи пар транзисторов VT1 и VT4, VT2 и VT3 соединены по постоянному току. Выбор поддиапазонов осуществляется переключателем SA1 — через него подается положительное напряжение на базы для открывания соответствующей пары транзисторов.

Сигналы с УРЧ через катушки связи L3 и L4 и гетеродинов через катушки L7 и L8 подаются на смеситель, выполненный на микросхеме К174ПС1. К его выходу (вывод 2 микросхемы DA1) подключен контур ПЧ L5C12, настроенный на частоту 10,7 МГц. Через согласующую катушку L6 сигнал ПЧ подается на УПЧ ЧМ радиоприемника.

От источника питания радиоприемника УКВ блок по шине +5 В потребляет ток не более 5 мА. Коллекторные токи транзисторов VT1—VT4 в сумме составляют 1...2 мА, микросхема потребляет 3 мА.

Напряжение для настройки варикапов снимают с соответствующего вывода платы радиоприемника.

Если предложенный блок будет применен в другом радиоприемнике, в котором предусмотрена система АПЧГ, тогда вместо резистора R15 дополнительно следует установить устройство на транзисторе VT5 по схеме, приведенной на **рис. 2**. Место для установки элементов VT5 и R23 на плате предусмотрено (настройка работы блока с АПЧГ проводилась только на макете — при повышении напряжения на затворе транзистора VT5 частота гетеродина увеличивалась, при понижении — уменьшалась).

УКВ блок собран на плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, топология токоведущих дорожек показана на **рис. 3**, а расположение элементов на плате — на **рис. 4**. Три отверстия по краям служат для крепления его на штатном месте винтами М3. Отверстие в центре платы служит для крепления штатной крышки-экрана,

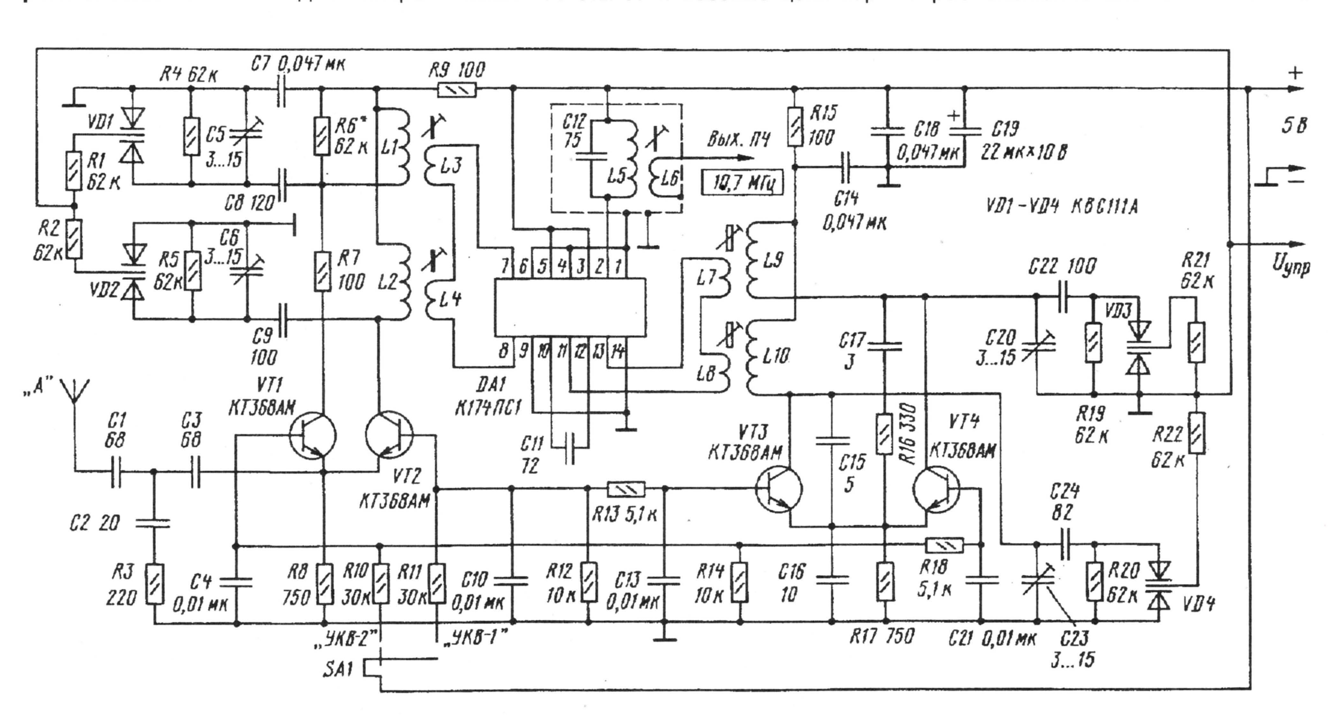


Рис. 1

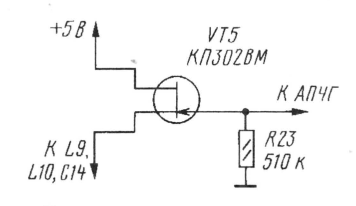


Рис. 2

E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

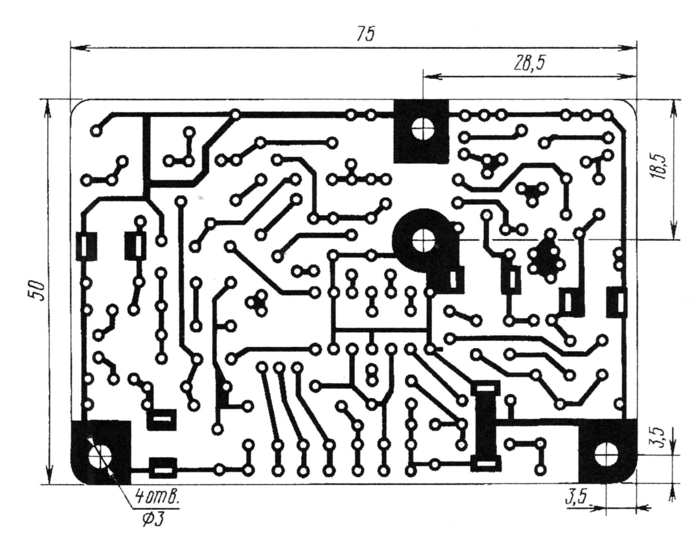


Рис. 3

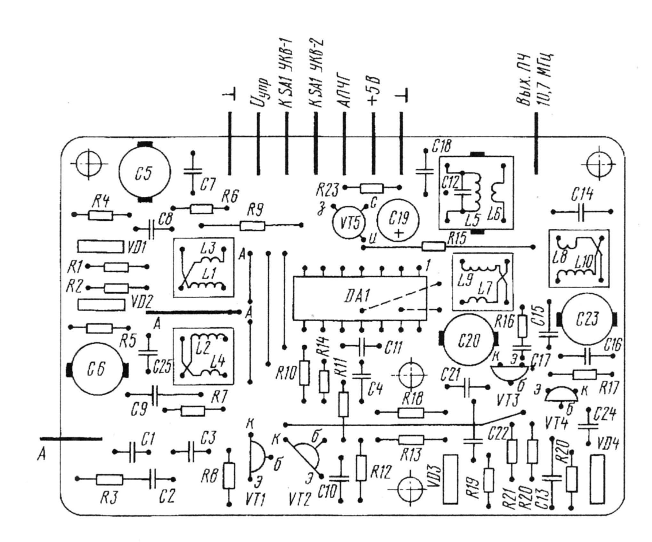


Рис. 4

для этого следует припаять гайку со стороны фольги и установить стойку высотой 18 мм. В крышке высверлены отверстия диаметром 5 мм для доступа к магнитопроводам контуров и подстроечным конденсаторам.

Транзисторы VT1—VT4 КТ368А, можно заменить на 2SC9018. Конденсатор С19 типа К50-38,остальные — КД, подстроечные конденсаторы — КТ4-23. Резисторы мощностью 0,125 Вт. Переключатель SA1 любого типа.

Катушки УРЧ и гетеродинов намотаны виток к витку проводом ПЭЛШО-0,38 в средней части полистироловых каркасов с внешним диаметром 5 мм и подстроечниками диаметром 2,7 и длиной 8...10 мм. Для поддиапазона УКВ-1 катушки (L2 и L10) имеют по 4,5 витка, а для поддиапазона УКВ-2 (L1 и L9) — по 3,5 витка. Катушки связи L3, L4, L7 и L8 имеют по 1,5 витка провода ПЭЛШО 0,38, они намотаны на расстоянии 2 мм от "верхнего" (по схеме) вывода соответствующей контурной катушки. Витки катушки закрепляют нитками и заливают парафином. Подстроечники для катушек УРЧ из феррита ВЧ50, а для гетеродинных — из латуни. Контур ПЧ можно применить от импортных радиоприемников (с оранжевой маркировкой сердечника или экрана).

Налаживание блока заключается в укладке диапазонов и подборе R6 в случае самовозбуждения УРЧ на поддиапазоне УКВ-2. Если при укладке диапазонов регулировка подстроечником катушки и подстроечным конденсатором окажется недостаточной, можно изменить емкости конденсаторов С8, С9, С22, С24 на 10—15 пФ относительно указанных на схеме. Окончательную укладку диапазонов производят при установленной крышке-экране. ■

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ-БУДИЛЬНИК С РАДИОПРИЕМНИКОМ

Ю. ПРОЖИРКО, г. Дубна Московской обл.

Коротко о двухдиапазонном УКВ радиоприемнике. Собран он на двух микросхемах — радиочастотный тракт на К174ХА34 и усилитель мощности звуковых частот — на AN7112E. Описание работы радиоприемника можно найти в [1, 2]. Схема включения микросхемы AN7112E соответствует [3]. Основное отличие ра-

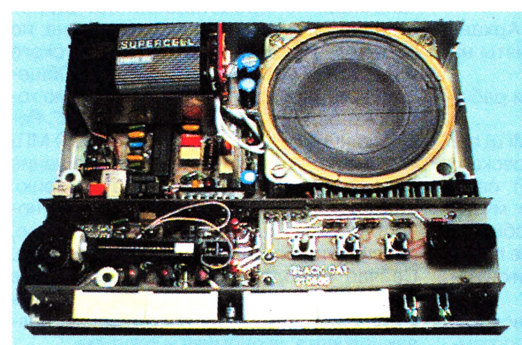


Рис. 2

диоприемника от ранее описанных в "Радио" заключается в том, что переключение диапазонов производится кнопками управления микроконтроллера. Кроме того, в данном приемнике имеется индикатор точной настройки на радиостанцию.

Включение радиоприемника производится нажатием кнопки S2 ("RADIO") управления микроконтроллером или при срабатывании будильника. При этом на выводе RB4 микроконтроллера устанавливается уровень лог. 0, открывающий транзистор VT4, который подает питающее напряжение на блок радиоприемника. Сигналом с вывода RB3 микроконтроллера производится переключение диапазонов радиоприемника. При уровне лог. 0 на этом выводе микроконтроллера открывается транзистор VT22 и подключает контур настройки диапазона УКВ-1 (варикап VD6 и катушка L2). При уровне лог. 1, за счет инвертирующего транзистора VT20, подключается контур настройки диапазона УКВ-2 (варикап VD5 и катушка L1). Одновременно этот сигнал коммутирует включение светодиодной индикации выбранного диапазона работы радиоприемника. При лог. 0 загорается светодиод VD19, а при лог. 1 — VD20. Микроконтроллер запоминает выбранный диапазон и при включении радиоприемника автоматически выбирает тот, при работе которого приемник был выключен.

При использовании радиоприемника на значительном удалении от вещательных станций качество принимаемого сигнала сильно зависит от погодных условий. И может получится, что вчера отлично принимаемая станция сегодня принимается с большими помехами или исчезла вовсе. Так можно и проспать под тихое шипение вчера еще настроенного на станцию приемника. В данной конструкции введена система обнаружения наличия настройки на радиостанцию. Микросхема К174ХА34 имеет выход индикации точной настройки (вывод 9 микросхемы DA1). При точной настройке напряжение на этом выводе падает, и наоборот, при плохом приеме напряжение растет до уровня питания микросхемы. Этот сигнал и использован для определения наличия настройки на радиостанцию.

При включении радиоприемника после срабатывания будильника микроконтроллер "опрашивает" вывод RB5. Если на этом выводе присутствует уровень лог. 1, это свидетельствует о том, что радиоприемник настроен на радиостанцию с хорошим качеством звучания. Если же контроллер обнаружит на выводе RB5 лог. 0, что свидетельствует о пропадании настройки на радиостанцию, радиоприемник автоматически выключится, а вместо него будет подан прерывистый звуковой сигнал (два сигнала в полсекунды, с перерывом в полсекунды). Длительность сигнала 1 минута, если не нажать кнопку выключения будильника S1 ("ALARM OFF").

Еще одна возможность проспать по вине будильника — это внезапное отключение питания сети. Чтобы исключить ее, в конструкции часов предусмотрено резервное питание от встроенной батареи. Поскольку ток, потребляемый часами, складывается из тока потребления светодиодных индикаторов и тока потребления работающего радиоприемника, целесообразно при переходе на резервное питание отключать индикаторы и радиоприемник (если он был включен в момент перехода на питание от батареи).

В нашей конструкции реализовано автоматическое определение наличия напряжения питания от сети. Если его нет, на выводе RB7 микроконтроллера, подключенного к разъему подачи питающего напряжения, имеется уровень лог. 1. Транзистор VT3 при этом закрыт, и батарея резервного питания полностью отключена от цепей питания. При отсутствии напряжения в сети вывод RB7 через резистор R24 оказывается соединенным с общим проводом, что определяется микроконтроллером как отключение питания сети. Тогда он подает сигнал гашения индикаторов и блокирует опрос кнопок (кроме кнопки выключения сигнала будильника). Транзистор VT3 открывается, и питание подается на блок часов. Диод VD21 закрывается, напряжение от батареи не попадает на вывод RB7 опроса состояния питающего напряжения сети. Если в таком режиме происходит срабатывание будильника, радиоприемник не включается, а вместо него контроллер включает прерывистый сигнал длительностью 1 мин. Дабы не сбить настройки часов при погашенных индикаторах, контроллер прекращает опрос всех кнопок, за исключением кнопки отключения сигнала будильника S1 ("ALARM OFF"). Сигнал каждого часа в режиме резервного питания остается работоспособным. При восстановлении питания от сети нормальная работа часов возобновляется.

Соединитель X1 (аналогичный используемым в малогабаритных переносных приемниках и плейерах) имеет третий контакт, которым обычно производят отключение батареи при подключении внешнего блока питания. При отсоединении штекера блока питания от разъема X1 база транзистора VT2 соединяется с общим проводом питания, этот транзистор закрывается и, в свою очередь, закрывает ключевой транзистор VT3 и отключает батарею от часов. Таким образом, если необходимо отключить часы на длительное время, совсем необязательно вынимать батарейку, достаточно отсоединить разъем блока питания от штекера X1.

Внешний вид монтажа устройства показан на **рис. 2**.

В конструкции можно использовать любые постоянные резисторы мощностью 0,125 Вт, например, С2-23-0,125, подстроечный резистор R5 — СП3-19а, конденсаторы типа К10-17б, оксидные — типа К50-35.

Таблица

Кол-во нажатий	S1 — ALARM OFF	S2 — SET	S3 — RADIO	S4 — MODE
0	Выключение сигнала будильника	Переключение системы (12/24-часовая)	Вкл./выкл. радиоприемника	—
1	Включение будильника, сигнала каждого часа, установка значения часов или минут	Выбор установки часа или минуты	Не задействована	Вход в режим установки
2	Установка значения часов, минут или сброс секунд	Выбор установки часов, минут или сброс секунд	Не задействована	Вход в режим установки значения текущего времени
3	Установка номера режима пониженной яркости	Включение автоматического режима переключения на пониженную яркость	Не задействована	Вход в режим установки пониженной яркости
При включенном приемнике	Установка значения SLEEPTIMER	Не задействована	Не задействована	Вход в режим установки SLEEPTIMER

Окончание. Начало см. в "Радио", 2001, № 7

Катушки индуктивности бескаркасные, намотаны медным проводом ПЭЛ 0,8 мм, виток к витку, имеют внутренний диаметр 5 мм. Катушка L1 имеет 4, L2 — 10, а L3 — 12 витков.

Правильно собранное устройство начинает работать сразу, но для этого потребуется особенно тщательно подобрать некоторые резисторы. В частности, необходимо установить приемлемую яркость свечения индикаторов. Это достигается путем подбора резисторов R31 — R38, а резисторами R27—R30 устанавливают яркость свечения информационных светодиодов VD10 — VD14. Порог перехода на пониженную яркость при уменьшении внешнего освещения можно установить резистором R17. Для этого необходимо сначала установить автоматический режим переключения. Резистор R47 служит для установки частоты звукового генератора.

После этого приступают к настройке радиоприемника. Нажатием кнопки S3 ("RADIO") включают радиоприемник, и подбором индуктивности катушки L1 устанавливают границы диапазона УКВ-2, а катушкой L2 — УКВ-1 (подробно описано в [1 и 2]). Резистором R8 устанавливают порог срабатывания системы точной настройки на радиостанцию. Для этого необходимо настроить приемник на станцию и подбором резистора добиться гашения светодиода VD8.

Теперь можно проверить работоспособность системы определения настройки на радиостанцию. При погашенном светодиоде будильник будет включать радиоприемник, а если светодиод горит, будильник должен включить прерывистый звуковой сигнал.

Управление часами на PIC16F84 производят с помощью четырех кнопок S1—S4, пользуясь **таблицей**.

При нахождении часов в любом режиме установки более 1 мин они автоматически возвращаются в режим индикации текущего времени. В режиме установки будильника, при нажатии кнопки ввода часов или минут, индикатор включенного будильника загорается автоматически, выбранное значение будет мигать. При нажатии и удержании кнопки установки значения происходит увеличение значения на единицу, после чего следует пауза в полсекунды, затем значение будет увеличиваться с частотой четыре раза в секунду до отпускания кнопки. Слип-таймер включается автоматически при установке его значения, отличного от нуля. Если приемник отключают вручную до истечения времени срабатывания слип-таймера, последний выключается и его показания сбрасываются в ноль.

Коды программы прошивки микроконтроллера и контрольные суммы приведены в таблицах на сайте журнала **<ftp://ftp2.paguo.ru/pub>**.

Автор статьи благодарит Алпатова Сергея за помощь, оказанную в разработке данной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Герасимов Н.** Двухдиапазонный УКВ приемник. — Радио, 1994, № 8, с. 6—8.

2. **Герасимов Н.** Двухдиапазонный УКВ-стерео. — Радио, 1994, № 11, с 15—17.

3. **Меркулов А.** Кассетные плееры и их ремонт. — Радио, 1995, № 9, с. 22—25.

DX-ВЕСТИ

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), комментатор радиокомпании "Голос России"

РОССИЯ

МОСКВА. Произошло очередное изменение в работе передатчиков радиокомпании "Голос России", транслирующих программы на русском языке: исключены частоты 9480 и 11630 кГц, применявшиеся Всемирной Русской службой для вещания на Западную Европу с 20.00 до 21.00.

АРХАНГЕЛЬСК. Передачи Архангельского областного радио приняты на частоте 6160 кГц.

ВОРОНЕЖ. В этом году начали работать две новые станции.

Радиостанция "Борнео" (107,2 МГц) является очередным проектом московского "Русского Радио". Как объявляет сама станция, ее формат —"Городское музыкальное радио", но, по сути, как сообщают воронежские слушатели, станция не предлагает ничего нового по сравнению, например, с "Европой Плюс".

Просуществовав несколько месяцев, из воронежского эфира исчезли программы санкт-петербургской радиостанции "Модерн". На ее частотах (67,7 и 106,1 МГц) с 1 апреля с. г. ретранслируются программы московской радиостанции "Максимум" с местными рекламными вставками.

Кроме названных радиостанций, в Воронеже работают: "Радио России" — на частоте 72,11 МГц, "Маяк" — на частотах 774 кГц и 69,38 МГц, "Эхо Москвы" — на частоте 71,39 МГц, "Общественное Российское Радио" — на частоте 101,6 МГц, "Мелодия" (программы Санкт-Петербурга) — на частоте 68,57 МГц, "Европа Плюс" — на частотах 72,95 и 100,3 МГц, "Русское Радио" (программы из Москвы) — на частотах 73,55 и 104,3 МГц, "Радио-101" — на частоте 103,4 МГц, "Ваше Радио — Воронеж" — на частоте 102,8 МГц.

ИРКУТСКАЯ ОБЛ., Ангарск. Программы московской радиостанции "Радио Шансон" ретранслируется здесь на частоте 1386 кГц. Эти передачи уже приняты рядом зарубежных DXистов. Кстати, "Радио Шансон" открыло свою страничку в Интернете, адрес: **<www.chanson.ru.>**

МУРМАНСК. Передачи Мурманского областного радио приняты с 08.00 до 08.10 на частоте 17266 кГц с USB, затем (до 09.00) транслировались программы радиостанции "Атлантика" для моряков и рыбаков.

НИЖНИЙ НОВГОРОД. С 4 мая с. г. на частоте 100,0 МГц здесь круглосуточно работает "Радио-7 — На семи холмах" (передаются программы московской радиостанции).

ЯКУТСК. Радиостанция "Микс-Мастер" вернулась на свою прежнюю частоту в коротковолновом диапазоне — 4940 кГц, на которой она отсутствовала в течение нескольких месяцев.

СНГ

АЗЕРБАЙДЖАН. Радиостанция "Радио Баку" принята на частоте 6110 кГц: в 17.00 — на английском языке, а в 17.30 — на русском. Прием сопровождался сильными помехами от передатчиков Германии и Белоруссии.

АРМЕНИЯ. "Голос Армении" на английском языке в эфире ежедневно (кроме среды) с 17.50 до 18.00 на частотах 234 и 1395 кГц, а также по воскресеньям с 07.40 до 08.00 на частотах 4810 и 15270 кГц.

КАЗАХСТАН, Актюбинск. Здесь начала работать радиостанция "Рифма" (музыкальные программы). Ее частота — 105,7 МГц.

КИРГИЗИЯ, Баткен. В этом городе начала вещание первая независимая радиостанция "Салам". Станция основана по проекту Представительства Детского Фонда ООН "UNICEF" совместно с Общественным Фондом "За международную толерантность" и агентством "Internews". Радиостанция работает на частоте 105,0 МГц ежедневно по 18 часов в сутки. Вещание рассчитано на молодежную аудиторию. Каждый час станция передает выпуски новостей, в ходе которых освещает местные, российские и международные события. Сейчас молодой творческий коллектив разрабатывает новые радиопрограммы о здравоохранении, правах ребенка, правах человека, экономике и культуре.

В эфире столицы Киргизии (г. Бишкек) на частоте 107,8 МГц работает очень интересная новая станция — "Радио Свободного Режима". Ее необычность состоит в том, что она специализируется на русскоязычных песнях.

МОЛДАВИЯ. В настоящее время в диапазоне УКВ-2 в Кишиневе работают следующие станции: "Радио "Максимум" (Москва) — на частоте 100,1 МГц; "Радио Молдова" — на частоте 100,5 МГц; "Радио Контакт" — на частоте 100,9 МГц; "Наше Радио" (Москва) — на частоте 101,3 МГц; "Хит FM" (Москва) — на частоте 101,7 МГц; "Antenna C" — на частоте 102,3 МГц; "Инфо Радио" — на частоте 102,7 МГц; "Авто-Радио" (принадлежность станции не указана — возможно, из Москвы?) — на частоте 103,2 МГц; "Русское Радио" (Москва) — на частоте 103,7 МГц; "Маленький Самаритянин" (программы христианского радио) — на частоте 104,2 МГц; "Монте-Карло" (Москва) — на частоте 104,7 МГц; "Радио-7 — На семи холмах" (Москва) — на частоте 105,2 МГц (раньше на этой частоте работала "Radio Nostalgie"); "Nova" — на частоте 105,9 МГц; "Европа Плюс" (Москва) — на частоте 106,4 МГц; "Pro FM" — на частоте 106,9 МГц; Международное Французское радио — на частоте 107,3 МГц; "Серебряный дождь" (Москва) — на частоте 107,9 МГц.

Вторая программа Молдавского радио "Лучафэрул" недавно возобновила свою работу в эфире. Летом эту радиостанцию можно принимать с 05.00 до 18.00 на частоте 1449 кГц.

ТУРКМЕНИЯ. Произошли изменения в работе Туркменского радиовещания. Наблюдения показывают, что радиостанция на частоте 4930 кГц работает с 01.00 до 21.00, а на частоте 5015 кГц — с 21.00 до 19.00. Передатчик на частоте 279 кГц слышен только короткое время, после 22.00, с той же программой, что и на частоте 5015 кГц.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC (MSK время — UTC + 4 часа для летнего периода).

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ МРТ-1

С. ЗЕЛЕПУКИН, г. Орел

Предлагаемый вниманию читателей прибор предназначен для двухпозиционного автоматического регулирования температуры. Применение микроконтроллера позволило создать относительно несложное устройство, способное регулировать температуру в широком интервале значений и поддерживать ее с высокой точностью.

Регулятор температуры МРТ-1 представляет собой двухпозиционное устройство со следующими **техническими характеристиками:**

Интервал регулируемых температур . . . .−50... +500 °С
Интервал индицируемых значений температур . . .−60...+510°С
Интервал задания зоны возврата . . . . −25...+25 °С
Основная приведенная погрешность измерений, не более . . . . ±0,5 %
Напряжение питания . .187...242 В (50 Гц)
Потребляемая мощность, не более . . . . 3 В·А
Рабочий интервал температур . . . . .0...+50 °С

Линия связи прибора с контролируемым объектом — двух- или трехпроводная экранированная с сопротивлением каждой из жил в первом случае — не более 0,1, во втором — 5 Ом, длина двухпроводной линии связи — до 2, трехпроводной — до 300 м. Из других характеристик можно отметить применение цифровой линеаризации характеристики платинового датчика температуры и энергонезависимую память установленных значений контролируемых параметров.

Следует учесть, что процесс регулирования температуры является сложным с точки зрения термодинамики и теплотехники. Это накладывает ограничения на область применения двухпозиционных регуляторов, поэтому при выборе данного регулятора необходимо оценить его пригодность для регулирования температуры объекта. Теория автоматического регулирования изложена в [1].

Структурная схема прибора изображена на **рис. 1**. Он состоит из датчика температуры t°/R, установленного на контролируемом объекте, преобразователя R/U, логического, управляющего и сигнального устройств, узла индикации и клавиатуры, источника питания и образцового напряжения. Логическое устройство производит аналого-цифровое преобразование напряжения, поступающего от преобразователя R/U, и с помощью логических операций по специальному алгоритму формирует сигналы для управляющего и сигнального устройств, а также для узла индикации и клавиатуры.

Основа регулятора (**рис. 2**) — PIC-контроллер DD1, осуществляющий весь процесс управления, формирования интерфейса, аналого-цифрового преобразования и выполнения математических операций. Тактовую частоту задает керамический резонатор ZQ1.

Преобразователь R/U выполнен на микросхеме DA1. Он состоит из генератора стабильного тока (ГСТ) на ОУ DA1.1, компенсатора линии связи (КЛС) на ОУ DA1.2, масштабного усилителя сигнала (МУС) на DA1.3 и формирователя виртуальной "земли" (ФВЗ) на DA1.4.

ГСТ создает измерительный ток, протекающий через датчик ВК1 и вызывающий падение напряжения, пропорциональное его сопротивлению. Значение измерительного тока выбирают из следующих соображений. Поскольку преобразователь R/U в целом представляет собой усилитель постоянного тока (УПТ), то, естественно, для того чтобы снизить влияние дрейфа напряжения смещения ОУ на результат измерения, ток необходимо выбирать как можно больший. Однако этот ток, в свою очередь, ограничен типом чувствительного элемента и нагрузочной способностью ОУ. При использовании проволочных термопреобразователей сопротивления он может достигать 10 мА, а если применен термопреобразователь, полученный методом напыления (как в нашем случае), он, как правило, ограничен значением 3 мА. Таким образом, если задаться током, не превышающим 3 мА, прибор можно использовать с термопреобразователем любого типа. За основу ГСТ выбрано устройство, предложенное в [2, 3] и представляющее собой УПТ с положительной (ПОС) и отрицательной (ООС) обратными связями.

Падение напряжения, созданное на датчике током ГСТ, поступает на КЛС (DA1.2). Он представляет собой инвертирующий усилитель с коэффициентом усиления −1. При длине линии связи, стремящейся к 0 (идеальный случай), напряжение на выходе ОУ DA1.2 стремится к значению падения напряжения на датчике в контрольной точке КТ1. По мере увеличения сопротивления линии связи напряжение в точке КТ2 уменьшается, компенсируя линию. Следует иметь в виду, что провода линии связи должны быть одинакового сечения и из одного материала. Обязательно должны быть одинаковыми сопротивления резисторов R7 и R8. Значение сопротивления резистора R9 получают делением на 2 сопротивления резистора R7 или R8.

Резистор R10 выполняет функцию элемента, "подтягивающего" к 0 неинвертирующий вход DA1.2 при обрыве линии связи. Его сопротивление должно быть в 1000 раз больше сопротивления датчика при максимальной измеряемой температуре.

Напряжение с выхода КЛС поступает на МУС (DA1.3). Он выполнен по классической схеме неинвертирующего усилителя и усиливает сигнал до уровня, необходимого для нормальной работы АЦП, встроенного в PIC-контроллер DD1. Резистор R18 необходим для исключения перегрузки входа АЦП при переходе ОУ DA1.3 в режим насыщения, когда напряжение на его выходе $U_{КТ3} = U_{пит} - 1,5$ В. Более подробную информацию об ОУ LM324AN можно получить на сайте **www.national.com**.

ФВЗ (DA1.4) служит для смещения масштабного усилителя. Предварительно выбирают поступающее на вход АЦП напряжение "°С", которое должно быть согласовано с программным обеспечением.

Аппаратный интерфейс пользователя состоит из кнопок SB1—SB3 и светодиодных цифровых индикаторов HG1—HG3. Для сокращения числа линий и упрощения конструкции применена динамическая индикация, осуществляемая программным путем. Опрос состояния кнопок ведется внутри цикла индикации путем подключения "подтягивающих" резисторов, входящих в состав DD1, по линиям кнопок. Замкнутая кнопка формирует на линии лог. 0. Этот уровень поступает в логическое устройство, где происходит подавление дребезга контактов и формирование команды. Длительность оценки состояния кнопки не превышает нескольких микросекунд, поэтому на качество индикации не влияет. Для правильного распознавания состояния кнопки необходимо, чтобы падение напряжения на ней, соединенном с ней диоде и резисторе R23 не превышало уровня лог. 0 для микроконтроллера.

Коммутация катодов индикаторов HG1—HG3 и реле K1 осуществляется транзисторами VT1—VT4.

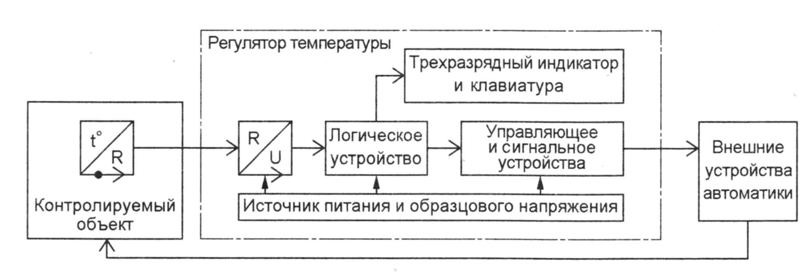


Рис. 1

E-mail: chip@paguo.ru тел. 207-89-00

Рис. 2

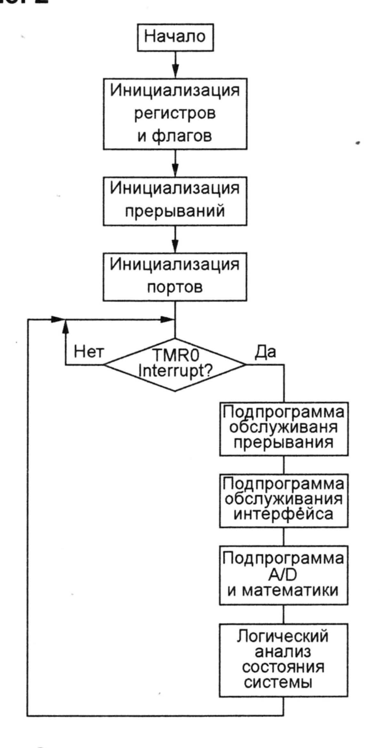


Рис. 3

Для подачи сигнала при выходе из строя датчика температуры применен активный пьезоэлектрический излучатель HPM14AX (HA1). Кроме излучателя, он содержит усилитель и генератор сигнала с нормированной частотой. Такой излучатель не перегружает порт микроконтроллера и издает достаточно громкий звук (звуковое давление на расстоянии 1 м — более 80 дБ, чего вполне достаточно для помещений с низким уровнем шума).

Источник питания, включающий в себя трансформатор T1, выпрямительный мост VD1, микросхемные стабилизаторы DA3, DA4 и фильтрующие конденсаторы C8—C12, каких-либо особенностей не имеет. Прецизионный термокомпенсированный стабилизатор DA2 (LM4040CIZ-4.1) формирует образцовое напряжение 4,096 В, которое поступает на вывод RA3 микроконтроллера DD1, на ГСТ (DA1.1) и на ФВЗ (DA1.4). Подробное описание стабилизатора LM4040CIZ-4.1 можно найти в Интернете на сайте, указанном выше.

Следует отметить, что напряжение, полученное на выходе преобразователя R/U, еще не пригодно для формирования управляющих сигналов и индикации температуры. Оно требует дополнительных цифровых преобразований, а именно: цифровой настройки нуля, цифровой дополнительной настройки коэффициента усиления, цифровой линеаризации термопреобразователя сопротивления. Все эти настройки выполняются программным способом.

Как видно из **рис. 3**, общий алгоритм делится на два сегмента: первый — до появления первого прерывания, второй — циклический по прерываниям. В первом производится инициализация системы, настраиваются порты, прерывания, приводится в исходное состояние исполнительное устройство. Кроме того, в первые 4 с после включения прибора на индикаторы выводится символика производителя, а исполнительное устройство находится в выключенном состоянии.

Во втором сегменте, когда появляется прерывание, начинается циклический процесс работы прибора. Цикл прерывания привязан к индикации и имеет период 6,66 мс, что обусловлено эргономическими требованиями к динамической индикации. Размещение подпрограмм в теле прерывания позволяет простыми способами следить за счетчиками, привязанными ко времени. Кроме того, измерение следует с таким же периодом и позволяет приблизительно на 75 % подавить первую гармонику сетевого напряжения помехи.

(Окончание следует)

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

ДИНАМИЧЕСКАЯ MIDI-КЛАВИАТУРА

В. ЛУЗЯНИН, г. Кирово-Чепецк Кировской обл.

Предлагаемая конструкция разработана с применением далеко не самой современной, зато дешевой и доступной элементной базы. К тому же она обладает значительно расширенными музыкальными возможностями по сравнению с ранее опубликованными аналогичными устройствами.

MIDI-клавиатуры, описания которых опубликованы в [1—3], относятся к разряду статических. Они не реагируют на силу нажатия на клавиши исполнителем, что в значительной степени снижает выразительность звучания. Предлагаемая конструкция — динамическая. В ней предусмотрено косвенное измерение силы нажатия — по времени перемещения клавиши из одного положения в другое. Устройство способно обслуживать 16 каналов формирования звука, 128 инструментов. Можно смещать музыкальный строй на три октавы вверх или вниз, управлять громкостью, панорамой и одновременно оперировать тремя различными контроллерами. Клавиатура позволяет посылать команды сброса звучащих нот, контроллеров и всей системы. К ней можно подключить педали "Sustain", "Sostenuto" и "Soft", которые дублированы кнопками на панели управления.

Клавиатура запоминает все установленные режимы работы и сразу после включения питания автоматически передает команды, настраивающие текущий канал. Аналогичным образом команды настройки вновь выбранного канала передаются каждый раз при его смене. Набирать и корректировать команды смены режимов можно и во время исполнения музыкального произведения, не внося никаких помех. Любая команда начнет действовать лишь после нажатия на кнопку "Enter".

Блок управления клавиатурой, схема которого приведена на **рис. 1**, собран на базе микропроцессора Z80 (DD4). Хотя его быстродействие по современным меркам невелико, удалось реализовать почти все необходимые для динамической клавиатуры функции. Правда, при этом пришлось отказаться от управления ритмом, активной проверки интерфейса и приема MIDI-сообщений. Схемы узлов сброса микроконтроллера (на транзисторах VT1, VT2) и резервного питания микросхемы ОЗУ (DS3) заимствованы из [2]. Объем ОЗУ — 2 Кбайт. Рабочая программа хранится в ПЗУ емкостью 4 Кбайт, состоящем из микросхем DS1, DS2 (К572РФ5). ПЗУ программируют в соответствии с **табл. 1** (DS1) и **табл. 2** (DS2).

Тактовый генератор на 8 МГц выполнен на элементах DD1.1—DD1.3. С выходов двоичного счетчика DD5 синхронизирующие импульсы необходимых частот поступают на микросхемы микропроцессора DD4, адаптера последовательного интерфейса DD9 и контроллера клавиатуры (пульта управления) и дисплея DD10. Микросхема DD8 служит дешифратором адреса. Она формирует сигналы выбора различных периферийных устройств и памяти. Низкий логический уровень на выходе дополнительного дешифратора — микросхемы DD2 — разрешает работу узла опроса состояния клавиш, состоящего из дешифратора DD3 и мультиплексоров DD6, DD7.

Схема одной клавиши показана на **рис. 2**. В отличие от большинства других конструкций она снабжена не нормально разомкнутой, а переключающей группой контактов SB1. Это позволяет по размыканию цепи A—B фиксировать начало, а по замыканию цепи A—C — завершение процесса нажатия на клавишу исполнителем. Чем интенсивнее нажатие, тем меньшим будет интервал между этими событиями. Диоды VD1 позволяют микропроцессору избежать логических ошибок при опросе. Хотя программа микропроцессора DD4 рассчитана на обслуживание 64 клавиш, в реальной конструкции их всего 60 и подключены они к выводам микросхем DD3, DD6, DD7 согласно **табл. 3**.

Клавиши условно объединены в четыре группы, в каждой из которых цепи B и C связаны с одними и теми же выводами микросхем. Это позволило выполнить неподвижные контакты в виде струн, натянутых параллельно вдоль клавиатуры с зазором примерно 4 мм. В результате подвижные контакты всех клавиш при нажатии "проходят" одинаковые расстояния, что важно для точного измерения времени переключения. В исходном режиме работы клавише 1 соответствует нота ДО большой октавы, 60 — СИ третьей октавы.

Узел опроса состояния кнопок управления SB4—SB25 и управления светодиодными индикаторами HG1—HG4 собран на микросхеме К580ВВ79 (DD10), включенной по стандартной схеме. Это освободило микропроцессор DD4 от выполнения многих рутинных операций. Определив, что нажата одна из кнопок SB4—SB8, SB11—SB25, микросхема DD10 сообщает об этом сигналом на своем выходе INT, соединенном со входом B3 мультиплексора DD7. Получив в процессе опроса клавиатуры этот сигнал, микропроцессор считывает из выходного регистра микросхемы DD10 код нажатой кнопки. Считанное значение зависит и от того, была ли нажата одна из функциональных кнопок SB9 "Alt1" или SB10 "Alt2".

К входам B0—B2 мультиплексора DD7 через инверторы DD1.4—DD1.6 подключены кнопки SB1—SB3, дублирующие педали "Soft", "Sostenuto" и "Sustain", а через разъем XS2 — сами педали. Конденсаторы C3—C5 защищают устройство от помех. Входы B0—B3 мультиплексора DD6 на схеме рис. 1 показаны соединенными с общим проводом, но при совершенствовании клавиатуры на них можно подать дополнительные управляющие сигналы.

Диоды VD2—VD5 служат для развязки выходов S0—S3 микросхемы DD10, коммутирующих также анодные цепи индикаторов HG1—HG4. Шинный формирователь DD11 — усилитель сигналов управления катодными цепями этих индикаторов. Выходные сигналы MIDI-интерфейса формирует по командам микропроцессора DD4 контроллер последовательного интерфейса DD9, тактируемый частотой 31,25 кГц.

Клавиатуру питают напряжением 5 В от блока, состоящего из понижающего трансформатора мощностью 5...6 Вт, диодного моста КЦ407А, сглаживающего конденсатора емкостью 1000 мкФ и интегрального стабилизатора КР142ЕН5А, соединенных по стандартной схеме. Потребляемый ток не превышает 0,5 А. Схема цепей питания блока управления клавиатурой показана на **рис. 3**, причем нумерация элементов на ней продолжает начатую на рис. 1.

Напряжение 5 В от внешнего блока питания через разъем XP1 подается на все микросхемы, при этом вывод 12 микросхемы ОЗУ DS3 связан с общим проводом через открытый диод VD6, а аккумуляторная батарея GB1 подзаряжается. Ток зарядки ограничен резистором R28. После отключения внешнего источника питания батарея остается соединенной с выводами питания микросхемы DS3, чем гарантируется сохранность находящихся в ней данных. На все остальные микросхемы напряжение батареи не поступает, так как диод VD6 в этом режиме закрыт.

В качестве основы конструкции была использована клавиатура от электрооргана "Лель", помещенная в корпус, согнутый из металлического листа толщиной 0,5 мм, покрытого декоративной пленкой. Об особенностях устройства неподвижных контактов клавиш было сказано выше. Подчеркнем еще раз, что особенно важно выдержать одинаковый "ход" всех клавиш.

Элементы блока управления размещены на трех печатных платах, установленных внутри корпуса. Первая из них — "системная". На ней находятся микропроцессор DD4 с цепями сброса, синхронизации и управления, микросхемы ОЗУ и ПЗУ, контроллер последовательного интерфейса DD10. Розетки XS1 и XS2 выведены на заднюю панель корпуса. Вторая плата — пульт управления с кнопками SB4—SB25, светодиодными индикаторами HG1—HG4 и микросхемами DD10, DD11. Кнопки SB1—SB3 установлены отдельно. На третьей плате находятся микросхемы DD3, DD6, DD7 и резисторы R7—R14. Она размещена таким образом, чтобы длина проводов, идущих к контактам клавиш, была минимальной. В противном случае неизбежны проблемы с наводками и помехами. Разделительные диоды (VD1 по схеме, приведенной на рис. 2) размещены непосредственно у контактов клавиш. Все узлы соединены между собой с помощью многопроводных плоских шлейфов и разъемов серии IDC.

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

При повторении устройства транзисторы VT1—VT6 можно заменять любыми маломощными соответствующей структуры, а микросхемы — функциональными аналогами из других серий, в том числе импортными. Например, К580ВВ79 — на i8279, КР580ВВ51 — на i8251, К537РУ10 — на 6116, К573РФ5 — на К573РФ2 или 2716. Микросхемы ПЗУ рекомендуется устанавливать в панели. Аккумуляторная батарея GB1 на 3,6 В — от компьютера, но подойдут и три элемента Д-0,06, соединенных последовательно.

После сборки и проверки правильности монтажа необходимо подключить

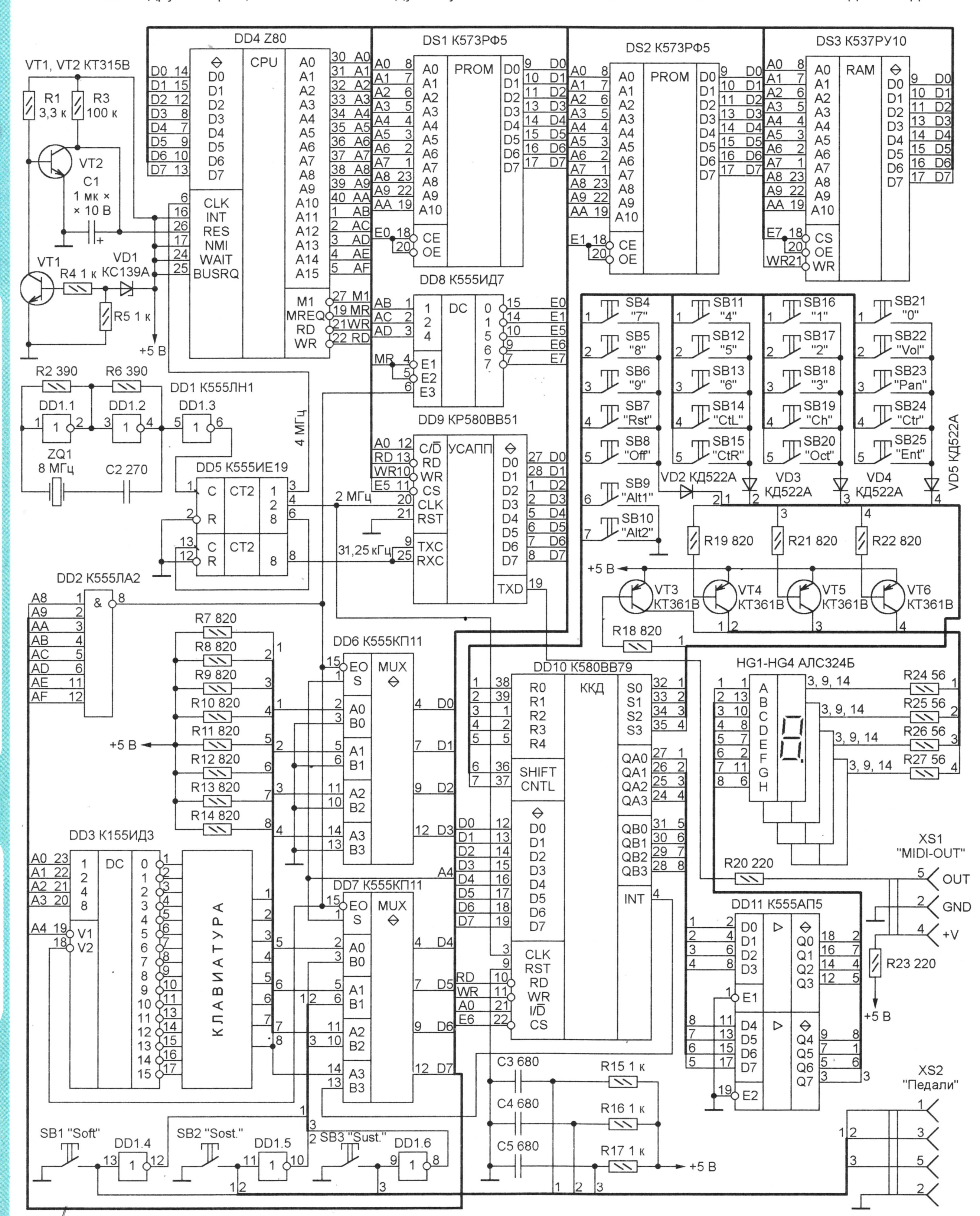


Рис. 1

E-mail: chip@paguo.ru тел. 207-89-00

Таблица 1

0000	F3	31	FF	3F	3E	02	0E	FF	FD	21	00	38	FD	77	00	28
0010	05	0D	FD	23	18	F6	0E	02	3E	40	32	01	28	3E	4D	32
0020	01	28	3E	11	32	01	28	0D	20	EE	3E	DF	32	01	30	3E
0030	01	32	01	30	3E	34	32	01	30	3E	50	32	01	30	3E	90
0040	32	01	30	3E	A0	32	01	30	DD	21	84	3B	DD	22	80	3B
0050	DD	22	82	3B	CD	00	07	3A	02	3B	67	FD	21	00	38	3A
0060	00	3B	32	01	3B	6F	FD	6F	0E	00	06	FF	FD	5E	00	0A
0070	57	CB	42	20	1A	CB	43	28	63	CB	5B	20	06	FD	36	00
0080	02	18	59	FD	36	00	02	FD	46	80	CD	C2	07	18	4D	CB
0090	4A	20	1A	CB	4B	28	45	CB	5B	28	06	FD	36	00	09	18
00A0	3B	FD	36	00	09	FD	46	80	CD	E5	07	18	2F	CB	43	20
00B0	0B	CB	C3	FD	73	00	FD	36	80	7F	18	20	CB	4B	20	0B
00C0	CB	CB	FD	73	00	FD	36	80	7F	18	11	FD	46	80	3E	07
00D0	B8	28	09	05	05	05	05	05	05	FD	70	80	7D	C6	10	6F
00E0	FD	5E	10	CB	52	20	1A	CB	43	28	63	CB	5B	20	06	FD
00F0	36	10	02	18	59	FD	36	10	02	FD	46	90	CD	C2	07	18
0100	4D	CB	5A	20	1A	CB	4B	28	45	CB	5B	28	06	FD	36	10
0110	09	18	3B	FD	36	10	09	FD	46	90	CD	E5	07	18	2F	CB
0120	43	20	0B	CB	C3	FD	73	10	FD	36	90	7F	18	20	CB	4B
0130	20	0B	CB	CB	FD	73	10	FD	36	90	7F	18	11	FD	46	90
0140	3E	07	B8	28	09	05	05	05	05	05	05	FD	70	90	7D	C6
0150	10	6F	FD	5E	20	CB	62	20	1A	CB	43	28	63	CB	5B	20
0160	06	FD	36	20	02	18	59	FD	36	20	02	FD	46	A0	CD	C2
0170	07	18	4D	CB	6A	20	1A	CB	4B	28	45	CB	5B	28	06	FD
0180	36	20	09	18	3B	FD	36	20	09	FD	46	A0	CD	E5	07	18
0190	2F	CB	43	20	0B	CB	C3	FD	73	20	FD	36	A0	7F	18	20
01A0	CB	4B	20	0B	CB	CB	FD	73	20	FD	36	A0	7F	18	11	FD
01B0	46	A0	3E	07	B8	28	09	05	05	05	05	05	05	FD	70	A0
01C0	7D	C6	10	6F	FD	5E	30	CB	72	20	1A	CB	43	28	63	CB
01D0	5B	20	06	FD	36	30	02	18	59	FD	36	30	02	FD	46	B0
01E0	CD	C2	07	18	4D	CB	7A	20	1A	CB	4B	28	45	CB	5B	28
01F0	06	FD	36	30	09	18	3B	FD	36	30	09	FD	46	B0	CD	E5
0200	07	18	2F	CB	43	20	0B	CB	C3	FD	73	30	FD	36	B0	7F
0210	18	20	CB	4B	20	0B	CB	CB	FD	73	30	FD	36	B0	7F	18
0220	11	FD	46	B0	3E	07	B8	28	09	05	05	05	05	05	05	FD
0230	70	B0	3E	0F	B9	20	18	D9	3A	02	3B	67	3A	10	FF	47
0240	CD	FF	07	CD	7F	02	CB	78	C4	D1	02	D9	C3	57	00	3A
0250	01	3B	3C	32	01	3B	6F	0C	FD	23	3A	80	3B	47	3A	82
0260	3B	B8	CA	6A	00	3A	01	28	CB	47	CA	6A	00	DD	68	DD
0270	7E	00	32	00	28	CD	F3	07	DD	22	80	3B	C3	6A	00	3A
0280	40	3A	CB	60	20	07	E6	7F	28	11	AF	18	06	E6	7F	20
0290	0A	3E	7F	32	40	3A	16	40	CD	8F	07	3A	42	3A	CB	68
02A0	20	07	E6	7F	28	11	AF	18	06	E6	7F	20	0A	3E	7F	32
02B0	42	3A	16	42	CD	8F	07	3A	43	3A	CB	70	20	06	E6	7F
02C0	C8	AF	18	05	E6	7F	C0	3E	7F	32	43	3A	16	43	C3	8F
02D0	07	3A	00	30	47	E6	F0	FE	D0	CA	F8	02	FE	C0	CA	30
02E0	03	FE	50	CA	68	03	FE	40	CA	A0	03	FE	90	CA	D8	03
02F0	FE	80	CA	10	04	C3	AB	0F	78	E6	0F	FE	00	CA	CB	09
0300	FE	01	CA	ED	09	FE	02	CA	0F	0A	FE	03	CA	30	0D	FE
0310	04	CA	BC	0D	FE	08	CA	31	0A	FE	09	CA	53	0A	FE	0A
0320	CA	75	0A	FE	0B	CA	95	0F	FE	0C	CA	7D	07	C3	AB	0F
0330	78	E6	0F	FE	00	CA	41	09	FE	01	CA	1B	05	FE	02	CA
0340	50	05	FE	03	CA	99	05	FE	04	CA	8C	04	FE	08	CA	64
0350	09	FE	09	CA	87	09	FE	0A	CA	A9	09	FE	0B	CA	62	04
0360	FE	0C	CA	C4	0C	C3	AB	0F	78	E6	0F	FE	00	CA	17	0B
0370	FE	01	CA	E6	0B	FE	02	CA	FC	0A	FE	03	CA	E9	0C	FE
0380	04	CA	7A	0D	FE	08	CA	95	0F	FE	09	CA	8B	0B	FE	0A
0390	CA	95	0F	FE	0B	CA	95	0F	FE	0C	CA	74	07	C3	AB	0F
03A0	78	E6	0F	FE	00	CA	F4	05	FE	01	CA	21	05	FE	02	CA
03B0	56	05	FE	03	CA	C7	05	FE	04	CA	14	07	FE	08	CA	95
03C0	0F	FE	09	CA	A9	0B	FE	0A	CA	95	0F	FE	0B	CA	71	04
03D0	FE	0C	CA	92	0C	C3	AB	0F	78	E6	0F	FE	00	CA	17	0B
03E0	FE	01	CA	E6	0B	FE	02	CA	FC	0A	FE	03	CA	4D	0D	FE
03F0	04	CA	D9	0D	FE	08	CA	95	0F	FE	09	CA	8B	0B	FE	0A
0400	CA	95	0F	FE	0B	CA	95	0F	FE	0C	CA	6B	07	C3	AB	0F
0410	78	E6	0F	FE	00	CA	64	07	FE	01	CA	7C	05	FE	02	CA
0420	83	05	FE	03	CA	B6	05	FE	04	CA	00	00	FE	08	CA	95
0430	0F	FE	09	CA	A9	0B	FE	0A	CA	95	0F	FE	0B	CA	E9	04
0440	FE	0C	CA	17	0C	C3	AB	0F	CD	BF	0F	3A	02	3B	E6	0F
0450	3C	CD	BE	08	06	1F	CD	D4	0F	06	5C	CD	D4	0F	3A	62
0460	3B	C9	CD	48	04	CD	00	08	3A	63	3B	CD	00	08	C3	C5
0470	0F	CD	48	04	CD	5F	08	3A	63	3B	CD	00	08	3E	02	32
0480	60	3B	3D	32	50	3B	3E	92	32	01	30	C9	3A	50	3B	FE
0490	00	CA	95	0F	CB	47	CA	FA	04	CD	DE	08	3D	FE	10	D2
04A0	5A	0F	6F	7C	CB	27	CB	27	CB	27	CB	27	5F	16	3C	06
04B0	3B	0E	00	26	0F	0A	12	0C	1C	25	20	F9	0E	00	CB	25
04C0	CB	25	CB	25	CB	25	5D	26	0F	1A	02	0C	1C	25	20	F9
04D0	3E	92	32	01	30	CD	28	0F	CD	DE	08	3D	47	3A	02	3B
04E0	E6	F0	80	32	02	3B	C3	14	07	3A	03	3B	CD	BE	08	06
04F0	7F	CD	37	0F	3E	02	32	50	3B	C9	CB	4F	CA	2D	05	CD
0500	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32	03	3B	CD	AB	07	06	7F	C3
0510	1C	0F	3A	04	3B	CD	BE	08	06	3E	C9	CD	12	05	C3	1C
0520	0F	CD	12	05	CD	37	0F	3E	04	32	50	3B	C9	CB	57	CA
0530	62	05	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32	04	3B	16	07	CD
0540	8F	07	06	3E	C3	1C	0F	3A	05	3B	CD	BE	08	06	49	C9
0550	CD	47	05	C3	1C	0F	CD	47	05	CD	37	0F	3E	08	32	50
0560	3B	C9	CB	5F	CA	D3	05	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32
0570	05	3B	16	0A	CD	8F	07	06	49	C3	1C	0F	3E	7F	CD	15
0580	05	18	A1	3E	40	CD	4A	05	18	CF	3A	06	3B	CD	BE	08
0590	06	1F	C9	CD	8A	05	C3	1C	0F	3A	51	3B	FE	00	28	F3
05A0	CB	47	CA	F0	0E	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32	06	3B
05B0	CD	C5	0F	32	51	3B	3A	07	3B	CD	BE	08	06	5E	CD	37
05C0	0F	3E	10	32	50	3B	C9	CD	8A	05	CD	37	0F	3E	01	32
05D0	51	3B	C9	CB	67	CA	5E	0D	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F
05E0	32	07	3B	5F	3A	06	3B	57	CD	BE	08	06	1F	CD	1C	0F
05F0	7B	C3	8F	07	06	FF	CD	07	0F	3A	02	3B	E6	0F	CD	BE
0600	08	3A	62	3B	CD	00	08	3A	63	3B	CD	00	08	CD	C5	0F
0610	16	7B	AF	CD	8F	07	16	78	AF	CD	8F	07	16	79	AF	CD
0620	8F	07	3E	A3	32	00	3B	AF	32	03	3B	CD	AB	07	3E	7F
0630	32	04	3B	16	07	CD	8F	07	3E	40	32	05	3B	16	0A	CD
0640	8F	07	3A	06	3B	57	AF	32	06	3B	32	07	3B	CD	8F	07
0650	3A	08	3B	CB	7F	20	05	57	AF	CD	8F	07	AF	32	08	3B
0660	32	09	3B	3A	0A	3B	CB	7F	20	05	57	AF	CD	8F	07	AF
0670	32	0A	3B	32	0B	3B	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0680	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0690	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06D0	FF	FF	FF	3A	08	3B	CB	7F	20	0F	FE	00	28	0B	57	3A
06E0	09	3B	FE	80	30	03	CD	8F	07	3A	0A	3B	CB	7F	20	0F
06F0	FE	00	28	0B	57	3A	0B	3B	FE	80	30	03	CD	8F	07	C9
0700	06	28	CD	D4	0F	06	3D	CD	D4	0F	06	38	CD	D4	0F	06
0710	48	CD	D4	0F	CD	C5	0F	3A	02	3B	67	3A	03	3B	FE	80
0720	38	04	AF	32	03	3B	CD	AB	07	3A	04	3B	FE	80	38	05
0730	3E	7F	32	04	3B	16	07	CD	8F	07	3A	05	3B	FE	80	38
0740	05	3E	40	32	05	3B	16	0A	CD	8F	07	3A	06	3B	FE	80
0750	30	0F	FE	00	28	0B	57	3A	07	3B	FE	80	30	03	CD	8F
0760	07	C3	D3	06	CD	D9	0E	3E	FF	18	4E	06	1F	CD	07	0F
0770	16	79	18	10	06	98	CD	07	0F	16	78	18	07	06	5E	CD
0780	07	0F	16	7B	AF	18	08	5F	7C	E6	0F	C6	E0	18	06	5F
0790	7C	E6	0F	C6	B0	4F	DD	2A	82	3B	DD	71	00	CD	F3	07
07A0	DD	72	00	CD	F3	07	DD	73	00	18	32	47	7C	E6	0F	C6
07B0	C0	CD	B9	07	DD	70	00	18	24	DD	2A	82	3B	DD	77	00
07C0	18	1B	DD	2A	82	3B	7C	E6	0F	C6	80	DD	77	00	CD	F3
07D0	07	7D	D6	80	DD	77	00	CD	F3	07	DD	70	00	CD	F3	07
07E0	DD	22	82	3B	C9	DD	2A	82	3B	7C	E6	0F	C6	90	DD	77
07F0	00	18	DB	3E	FF	DD	BD	28	03	DD	23	C9	DD	2E	84	C9

к клавиатуре через миллиамперметр блок питания и убедиться, что потребляемый ток не превышает указанного выше значения. Затем следует проверить работоспособность тактового генератора и измерить частоту импульсов на выходах делителя DD5. При номинальном напряжении питания логический уровень на выводе 26 микросхемы DD4 должен быть высоким, сменяясь низким при уменьшении напряжения примерно до 4,6 В. Когда внешнее питание отключено, а батарея GB1 заряжена, напряжение между выводами 24 и 12 микросхемы DS3 должно составлять 3...3,6 В, а между выводами питания других микросхем — отсутствовать. В остальных узлах достаточно проверить отсутствие обрывов и замыканий. После того, как устройство заработало и по интерфейсу MIDI пошла информация, поочередно нажимая на каждую кнопку и клавишу, проверяют их работу и при необходимости регулируют контакты.

VD1 КД509А SB1 A B C

Рис. 2

Перед тем как рассказать о правилах работы с клавиатурой, остановимся на некоторых особенностях программного обеспечения. Микропроцессор, прежде всего, задает начальные значения системных переменных, настраивает контроллеры КР580ВВ51 и К580ВВ79. Затем он проверяет текущий канал формирования звука и передает по MIDI-интерфейсу команды его настройки. На этом инициализация заканчивается и начинается циклический опрос клавиш.

Если зафиксировано изменение состояния (например, размыкание нормально замкнутой цепи какой-либо клавиши), в ОЗУ запоминаются номера клавиши и цикла, в котором это произошло. После замыкания нормально разомкнутой цепи той же клавиши будет вычислена и передана по MIDI-интерфейсу пропорциональная скорости нажатия разность номеров циклов. В программе приняты меры, исключающие обработку незавершен-

E-mail: chip@radio.ru
тел. 207-89-00

Таблица 2

0000	FE	00	20	05	06	28	C3	D4	0F	FE	01	20	05	06	EE	C3
0010	D4	0F	FE	02	20	05	06	0B	C3	D4	0F	FE	03	20	05	06
0020	8A	C3	D4	0F	FE	04	20	05	06	CC	C3	D4	0F	FE	05	20
0030	05	06	98	C3	D4	0F	FE	06	20	05	06	18	C3	D4	0F	FE
0040	07	20	05	06	EA	C3	D4	0F	FE	08	20	05	06	08	C3	D4
0050	0F	FE	09	20	05	06	88	C3	D4	0F	06	DF	C3	D4	0F	FE
0060	00	20	05	06	20	C3	D4	0F	FE	01	20	05	06	E6	C3	D4
0070	0F	FE	02	20	05	06	03	C3	D4	0F	FE	03	20	05	06	82
0080	C3	D4	0F	FE	04	20	05	06	C4	C3	D4	0F	FE	05	20	05
0090	06	90	C3	D4	0F	FE	06	20	05	06	10	C3	D4	0F	FE	07
00A0	20	05	06	E2	C3	D4	0F	FE	08	20	05	06	00	C3	D4	0F
00B0	FE	09	20	05	06	80	C3	D4	0F	06	D7	C3	D4	0F	0E	00
00C0	47	D6	64	0C	30	FA	0D	79	32	61	3B	0E	00	78	47	D6
00D0	0A	0C	30	FA	0D	79	32	62	3B	78	32	63	3B	C9	3A	61
00E0	3B	47	3A	63	3B	CB	20	CB	20	80	CB	20	CB	20	CB	20
00F0	80	CB	20	80	4F	3A	62	3B	47	79	CB	20	80	CB	20	CB
0100	20	80	C9	32	61	3B	3E	91	32	01	30	CD	D4	0F	3E	02
0110	32	60	3B	3A	62	3B	CD	5F	08	C9	32	62	3B	3E	92	32
0120	01	30	CD	D4	0F	3E	04	32	60	3B	3A	63	3B	CD	5F	08
0130	C9	32	63	3B	3E	93	32	01	30	CD	D4	0F	AF	32	60	3B
0140	C9	3A	60	3B	CB	47	28	07	3E	00	06	28	C3	03	09	CB
0150	4F	28	07	3E	00	06	28	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	00	06
0160	28	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47	28	07	3E	01	06	EE	C3
0170	03	09	CB	4F	28	07	3E	01	06	EE	C3	1A	09	CB	57	C8
0180	3E	01	06	EE	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47	28	06	AF	06
0190	DF	C3	03	09	CB	4F	28	07	3E	02	06	0B	C3	1A	09	CB
01A0	57	C8	3E	02	06	0B	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47	28	06
01B0	AF	06	DF	C3	03	09	CB	4F	28	07	3E	03	06	8A	C3	1A
01C0	09	CB	57	C8	3E	03	06	8A	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47
01D0	28	06	AF	06	DF	C3	03	09	CB	4F	28	07	3E	04	06	CC
01E0	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	04	06	CC	C3	31	09	3A	60	3B
01F0	CB	47	28	06	AF	06	DF	C3	03	09	CB	4F	28	07	3E	05
0200	06	98	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	05	06	98	C3	31	09	3A
0210	60	3B	CB	47	28	06	AF	06	DF	C3	03	09	CB	4F	28	07
0220	3E	06	06	18	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	06	06	18	C3	31
0230	09	3A	60	3B	CB	47	28	06	AF	06	DF	C3	03	09	CB	4F
0240	28	07	3E	07	06	EA	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	07	06	EA
0250	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47	28	06	AF	06	DF	C3	03	09
0260	CB	4F	28	07	3E	08	06	08	C3	1A	09	CB	57	C8	3E	08
0270	06	08	C3	31	09	3A	60	3B	CB	47	28	06	AF	06	DF	C3
0280	03	09	CB	4F	28	07	3E	09	06	88	C3	1A	09	CB	57	C8
0290	3E	09	06	88	C3	31	09	3A	62	3B	CB	27	CB	27	CB	27
02A0	CB	27	4F	3A	63	3B	81	C9	4F	CB	3F	CB	3F	CB	3F	CB
02B0	3F	32	62	3B	47	79	E6	0F	C9	3E	91	32	01	30	3A	61
02C0	3B	C3	00	08	CD	B9	0A	CD	97	0A	FE	99	28	03	3F	3C
02D0	27	CD	A8	0A	32	63	3B	4F	78	CD	00	08	79	CD	00	08
02E0	3E	04	32	60	3B	C9	CD	B9	0A	CD	97	0A	FE	00	28	E1
02F0	3D	CD	A8	0A	FE	0F	20	DC	D6	06	18	D8	3A	60	3B	E6
0300	0F	C8	3A	50	3B	FE	01	20	BB	3E	92	32	01	30	CD	97
0310	0A	FE	16	28	BC	18	B7	3A	60	3B	E6	0F	C8	3A	50	3B
0320	FE	01	20	C2	3E	92	32	01	30	CD	97	0A	FE	01	28	A1
0330	18	BE	3A	61	3B	CB	27	CB	27	CB	27	CB	27	4F	3A	62
0340	3B	81	C9	4F	CB	3F	CB	3F	CB	3F	CB	3F	32	61	3B	47
0350	79	E6	0F	C9	CD	32	0B	FE	12	28	03	3F	3C	27	CD	43
0360	0B	32	62	3B	4F	3E	91	32	01	30	78	CD	00	08	79	CD
0370	00	08	3E	02	32	60	3B	C9	CD	32	0B	FE	00	28	DF	3D
0380	CD	43	0B	FE	0F	20	DA	D6	06	18	D6	3A	60	3B	E6	0F
0390	C8	3A	50	3B	FE	01	20	BC	3E	01	06	EE	32	62	3B	3E
03A0	92	32	01	30	CD	D4	0F	18	C9	3A	60	3B	E6	0F	C8	3A
03B0	50	3B	FE	01	20	C2	AF	06	28	18	E1	CD	E0	0B	AF	32
03C0	61	3B	06	28	CD	D4	0F	3E	06	06	18	32	62	3B	CD	D4
03D0	0F	3E	04	06	CC	32	63	3B	CD	D4	0F	3E	01	32	60	3B
03E0	3E	91	32	01	30	C9	3A	60	3B	E6	0F	C8	3A	50	3B	FE
03F0	01	20	C8	CD	11	0C	AF	32	61	3B	32	63	3B	3E	01	32
0400	62	3B	06	EE	CD	D4	0F	06	28	CD	D4	0F	3E	02	32	60
0410	3B	3E	92	32	01	30	C9	3A	00	3B	FE	7F	20	0F	3E	8B
0420	CD	86	0F	06	DF	CD	D4	0F	06	0B	C3	CD	0F	FE	8B	20
0430	0F	3E	97	CD	86	0F	06	DF	CD	D4	0F	06	EE	C3	CD	0F
0440	FE	97	20	0F	3E	A3	CD	86	0F	06	FF	CD	D4	0F	06	28
0450	C3	CD	0F	FE	A3	20	0F	3E	AF	CD	86	0F	06	FF	CD	D4
0460	0F	06	EE	C3	CD	0F	FE	AF	20	0F	3E	BB	CD	86	0F	06
0470	FF	CD	D4	0F	06	0B	C3	CD	0F	FE	BB	20	0F	3E	C7	CD
0480	86	0F	06	FF	CD	D4	0F	06	8A	C3	CD	0F	FE	C7	20	B4
0490	18	EB	3A	00	3B	FE	C7	28	D1	FE	BB	28	BA	FE	AF	28
04A0	A3	FE	A3	28	8C	FE	97	CA	1E	0C	FE	8B	20	0F	3E	7F
04B0	CD	86	0F	06	DF	CD	D4	0F	06	8A	C3	CD	0F	FE	7F	C2
04C0	44	0C	18	EA	3A	00	3B	FE	C7	28	B4	FE	BB	28	9D	FE
04D0	AF	28	86	FE	A3	CA	46	0C	FE	97	CA	33	0C	FE	8B	CA
04E0	20	0C	FE	7F	28	CA	C3	44	0C	3A	08	3B	CB	BF	CD	BE
04F0	08	06	7D	CD	37	0F	3E	02	32	51	3B	C9	57	CD	BE	08
0500	06	7D	CD	07	0F	AF	CD	8F	07	7A	CB	FF	32	08	3B	C9
0510	3A	08	3B	CB	7F	28	E5	CB	BF	32	08	3B	57	CD	BE	08
0520	06	7D	CD	1C	0F	3A	09	3B	FE	80	D2	70	0F	C3	8F	07
0530	3A	51	3B	FE	00	28	D9	CB	4F	CA	F0	0E	CD	DE	08	FE
0540	80	D2	70	0F	32	08	3B	CD	C5	0F	32	51	3B	3A	09	3B
0550	CD	BE	08	06	5E	CD	37	0F	3E	20	32	50	3B	C9	CB	6F
0560	CA	EA	0D	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32	09	3B	5F	3A
0570	08	3B	CB	BF	32	08	3B	C3	E7	05	3A	0A	3B	CB	BF	CD
0580	BE	08	06	5F	CD	37	0F	3E	04	32	51	3B	C9	57	CD	BE
0590	08	06	5F	CD	07	0F	AF	CD	8F	07	7A	CB	FF	32	0A	3B
05A0	C9	3A	0A	3B	CB	7F	28	E5	CB	BF	32	0A	3B	57	CD	BE
05B0	08	06	5F	CD	1C	0F	3A	0B	3B	C3	28	0D	3A	51	3B	FE
05C0	00	28	DE	CB	4F	CA	F0	0E	CD	DE	08	FE	80	D2	70	0F
05D0	32	0A	3B	CD	C5	0F	32	51	3B	3A	0B	3B	CD	BE	08	06
05E0	5E	CD	37	0F	3E	40	32	50	3B	C9	CB	77	CA	AB	0F	CD
05F0	DE	08	FE	80	D2	70	0F	32	0B	3B	5F	3A	0A	3B	CB	BF
0600	32	0A	3B	C3	E7	05	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0610	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0620	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0630	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0640	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0650	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0660	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0670	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0680	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0690	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
06D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	CD	BF	0F	06	FF	CD	D4
06E0	0F	06	5F	CD	D4	0F	06	98	CD	D4	0F	06	ED	C3	CD	0F
06F0	CD	BF	0F	06	1F	CD	D4	0F	06	FF	CD	D4	0F	06	5E	CD
0700	D4	0F	06	1E	C3	CD	0F	CD	BF	0F	CD	D4	0F	06	FF	CD
0710	D4	0F	06	1E	CD	D4	0F	06	59	C3	CD	0F	CD	BF	0F	CD
0720	D4	0F	3A	61	3B	CD	00	08	3A	62	3B	CD	00	08	3A	63
0730	3B	CD	00	08	C3	C5	0F	CD	BF	0F	CD	D4	0F	3A	61	3B
0740	CD	5F	08	3A	62	3B	CD	00	08	3A	63	3B	CD	00	08	3E
0750	01	32	60	3B	3E	91	32	01	30	C9	CD	BF	0F	06	EE	CD
0760	D4	0F	06	DF	CD	D4	0F	06	EE	CD	D4	0F	06	18	18	5D
0770	CD	BF	0F	06	CB	CD	D4	0F	06	EE	CD	D4	0F	06	0B	CD
0780	D4	0F	06	EA	18	47	32	00	3B	CD	BF	0F	06	1E	CD	D4
0790	0F	06	1F	18	3F	CD	BF	0F	06	DF	CD	D4	0F	06	5E	CD
07A0	D4	0F	06	1E	CD	D4	0F	06	DF	18	29	CD	BF	0F	06	19
07B0	CD	D4	0F	06	5F	CD	D4	0F	CD	D4	0F	06	FF	18	0E	3E
07C0	90	32	01	30	C9	AF	32	50	3B	32	60	3B	C9	AF	32	50
07D0	3B	32	60	3B	3A	01	30	CB	7F	20	F9	78	32	00	30	C9
07E0	30	35	2E	30	32	2E	30	30	76	20	35	2E	34	62	20	20
07F0	4C	75	7A	79	61	6E	69	6E	56	69	63	74	6F	72	20	41

ных действий, когда, например, клавиша была отпущена, не дойдя до "нажатого" состояния. В каждом цикле опрашиваются все клавиши и проверяются состояния педалей и кнопок пульта управления. При необходимости обрабатываются поступившие команды.

Распределение адресного пространства микроконтроллера следующее: 0000H—07FFH — ПЗУ (DS1); 0800H—0FFFH — ПЗУ (DS2); 1000H—27FFH — свободно; 2800H—2FFFH — контроллер последовательного интерфейса (DD9), используются только адреса 2800H и 2801H; 3000H—37FFH — контроллер клавиатуры и дисплея (DD10), используются только адреса 3000H и 3001H; 3800H—3FFFH — ОЗУ (DS3); 4000H—0FEFFH — свободно; 0FF00H—0FF0FH — клавиши; 0FF10H—0FF1FH — педали и сигнал INT DD10; 0FF20H—0FFFFH — не используется.

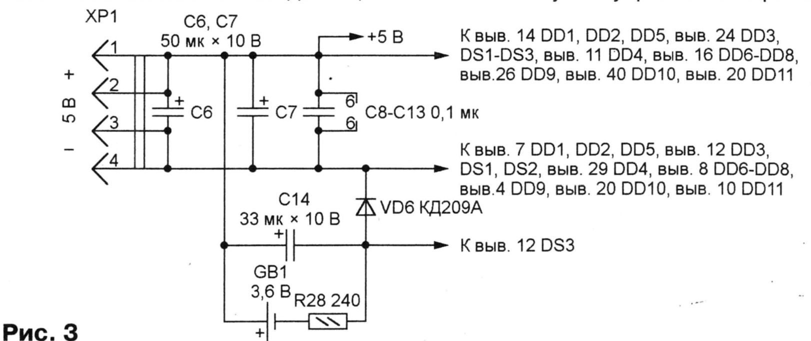


Рис. 3

Таблица 3

Клавиша	Подключение (микросхема/вывод)			Клавиша	Подключение (микросхема/вывод)		
	A	B	C		A	B	C
—	—	—	—	32	DD3/1	DD7/2	DD7/5
1	DD3/2	DD6/2	DD6/5	33	DD3/2	DD7/2	DD7/5
2	DD3/3	DD6/2	DD6/5	34	DD3/3	DD7/2	DD7/5
3	DD3/4	DD6/2	DD6/5	35	DD3/4	DD7/2	DD7/5
4	DD3/5	DD6/2	DD6/5	36	DD3/5	DD7/2	DD7/5
5	DD3/6	DD6/2	DD6/5	37	DD3/6	DD7/2	DD7/5
6	DD3/7	DD6/2	DD6/5	38	DD3/7	DD7/2	DD7/5
7	DD3/8	DD6/2	DD6/5	39	DD3/8	DD7/2	DD7/5
8	DD3/9	DD6/2	DD6/5	40	DD3/9	DD7/2	DD7/5
9	DD3/10	DD6/2	DD6/5	41	DD3/10	DD7/2	DD7/5
10	DD3/11	DD6/2	DD6/5	42	DD3/11	DD7/2	DD7/5
11	DD3/13	DD6/2	DD6/5	43	DD3/13	DD7/2	DD7/5
12	DD3/14	DD6/2	DD6/5	44	DD3/14	DD7/2	DD7/5
13	DD3/15	DD6/2	DD6/5	45	DD3/15	DD7/2	DD7/5
14	DD3/16	DD6/2	DD6/5	46	DD3/16	DD7/2	DD7/5
15	DD3/17	DD6/2	DD6/5	47	DD3/17	DD7/2	DD7/5
16	DD3/1	DD6/11	DD6/14	48	DD3/1	DD7/11	DD7/14
17	DD3/2	DD6/11	DD6/14	49	DD3/2	DD7/11	DD7/14
18	DD3/3	DD6/11	DD6/14	50	DD3/3	DD7/11	DD7/14
19	DD3/4	DD6/11	DD6/14	51	DD3/4	DD7/11	DD7/14
20	DD3/5	DD6/11	DD6/14	52	DD3/5	DD7/11	DD7/14
21	DD3/6	DD6/11	DD6/14	53	DD3/6	DD7/11	DD7/14
22	DD3/7	DD6/11	DD6/14	54	DD3/7	DD7/11	DD7/14
23	DD3/8	DD6/11	DD6/14	55	DD3/8	DD7/11	DD7/14
24	DD3/9	DD6/11	DD6/14	56	DD3/9	DD7/11	DD7/14
25	DD3/10	DD6/11	DD6/14	57	DD3/10	DD7/11	DD7/14
26	DD3/11	DD6/11	DD6/14	58	DD3/11	DD7/11	DD7/14
27	DD3/13	DD6/11	DD6/14	59	DD3/13	DD7/11	DD7/14
28	DD3/14	DD6/11	DD6/14	60	DD3/14	DD7/11	DD7/14
29	DD3/15	DD6/11	DD6/14	—	—	—	—
30	DD3/16	DD6/11	DD6/14	—	—	—	—
31	DD3/17	DD6/11	DD6/14	—	—	—	—

Таблица 4

Кнопка	Функция		
	Только кнопки	Вместе с SB9 (Alt1)	Вместе с SB10 (Alt2)
SB1	Дублирует педаль "Soft"		
SB2	Дублирует педаль "Sostenuto"		
SB3	Дублирует педаль "Sustain"		
SB4	Ввод цифры 7	Резерв	
SB5	Ввод цифры 8	Увеличение на 10 значения на табло	
SB6	Ввод цифры 9	Резерв	
SB7	Резерв		
SB8	Выключение всех звуков в текущем канале	Выключение всех звуков во всех каналах	Сброс всех контроллеров
SB11	Ввод цифры 4	Уменьшение на 1 значения на табло	
SB12	Ввод цифры 5	Установка среднего значения параметра (номер канала — 10, прочие — 64)	
SB13	Ввод цифры 6	Увеличение на 1 значения на табло	
SB14	Включение или выключение левого контроллера	Ввод номера левого контроллера	Значение левого контроллера
SB15	Включение или выключение правого контроллера	Ввод номера правого контроллера	Значение правого контроллера
SB16	Ввод цифры 1	Резерв	
SB17	Ввод цифры 2	Уменьшение на 10 значения на табло	
SB18	Ввод цифры 3	Резерв	
SB19	Вызов на табло номера канала	Переход к другому каналу (1—16)	Переход к другому инструменту (0—127)
SB20	Вызов на табло текущего смещения звукоряда	Смещение звукоряда на октаву вниз	Смещение звукоряда на октаву вверх
SB21	Ввод цифры 0	Сброс всех установок текущего канала	Системный сброс (команда 0FFH)
SB22	Вызов на табло текущего значения громкости	Ввод нового значения громкости	Установка максимальной громкости
SB23	Вызов на табло текущего значения панорамы	Ввод нового значения панорамы	Установка панорамы в центр
SB24	Вызов на табло номера текущего контроллера	Ввод нового контроллера	Ввод нового значения контроллера
SB25	Исполнение набранной команды	Перезапуск текущего канала	Перезапуск блока управления

Функциональное назначение кнопок и их сочетаний указано в **табл. 4**. Клавиатура передает по MIDI-интерфейсу команды смены режимов только после нажатия на кнопку SB25 "Enter". До этого, не прерывая исполнения музыки, можно набирать любые команды и корректировать их.

Для выбора команды нажимают на соответствующую кнопку, в некоторых случаях вместе с кнопками SB9 ("Alt1") или SB10 ("Alt2"). Числовые значения вводят, начиная с разряда сотен. В нем могут находиться только цифры 0 или 1. В противном случае в этом разряде светодиодного индикатора (табло) появится знак "–", а значение будет интерпретировано программой как нулевое. После сотен вводят цифры десятков и единиц. Если набранное значение превышает максимально допустимое для большинства команд 127 (исключение — номер канала, который должен находиться в пределах 1—16), на табло будет выведено ">127", а нажатие на кнопку SB25 "Enter" не приведет к передаче команды. Ее набор придется повторить с самого начала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Студнев А.** MIDI-клавиатура. — Радио, 1993, № 11, с. 32—34.

2. **Кононов С.** MIDI-клавиатура для мультимедиа-компьютеров и MIDI-синтезаторов. — Радио, 1997, № 3, с. 40—42, № 4, с. 42, 43.

3. **Оборотов Н.** Простая MIDI-клавиатура для ПК. — Радио, 2000, № 3, с. 25, 26, 44.

От редакции. *Полный исходный текст программы MIDI-клавиатуры и прошивка ПЗУ размещены на ftp-сервере журнала по адресу* ***<ftp://ftp2.paguo.ru/pub/2001/08/midi>.***

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

"DENDY" — ГЕНЕРАТОР ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Кажется, еще недавно самой популярной игрушкой была игровая видеоприставка "Dendy". Но прошло время, и о ней стали забывать. У многих она пылится без дела на самой дальней полке. А нельзя ли превратить ее во что-нибудь полезное? Оказывается, можно. Видеоприставка представляет собой довольно мощный вычислительный комплекс на базе микропроцессора MC6502, снабженный устройствами ввода команд (джойстиками), видео- и аудиосистемами. Достаточно освоить его программирование, чтобы разрабатывать собственные программы игрового или прикладного характера. Автор предлагаемой статьи, например, сумел превратить игровую видеоприставку в генератор испытательных телевизионных сигналов (ГИТС) стандарта PAL.

ГИТС незаменим при проверке и настройке телевизионных приемников. Особенно, если стандарт телевизора отличается от принятого для вещания в данной местности. Найти в продаже подобный прибор промышленного изготовления сложно, к тому же он довольно дорог. Чтобы превратить в ГИТС стандарта PAL игровую видеоприставку "Dendy", достаточно изготовить самодельный картридж, содержащий всего две микросхемы РПЗУ, и записать в него предлагаемую программу. По функциональным возможностям подобный генератор вполне сравним с прибором "Электроника ГИС-02Т", но он значительно компактнее, что очень удобно, когда пользоваться им приходится вне дома, например, при покупке телевизора или видеоприставки.

В телевизорах, снабженных декодерами PAL, с помощью ГИТС проверяют чистоту основных цветов, правильность матрицирования сигналов цветности, устойчивость синхронизации, чувствительность звукового канала. Он незаменим при настройке баланса белого, динамического сведения лучей, устранении геометрических искажений растра.

На испытательных таблицах "равномерно светящееся поле" одного из основных цветов (красного, зеленого или синего) хорошо заметны дефекты кинескопа — хаотически разбросанные белые точки, которые продавцы и телевизионные мастера на своем жаргоне называют "мухами". Для проверки и настройки телевизоров системы SECAM и черно-белых остаются доступными испытательные сигналы сетчатого, точечного и шахматного полей, а также градаций яркости.

Покупая новую "Dendy", с помощью картриджа ГИТС можно оценить качество создаваемого ею изображения. На статических испытательных таблицах погрешности формирования видеосигналов гораздо заметнее, чем на динамически меняющихся сюжетах игровых программ. Проверка, например, позволяет выявить видеоприставки с неустранимым заводским дефектом, проявляющимся в неточном воспроизведении цветов. Если приставка работает правильно и подключена к заведомо исправному телевизору, цвета формируемого ГИТС "равномерно светящегося поля" должны сменяться в следующей последовательности: белый, голубой, синий, фиолетовый, пурпурный, бордовый, красный, оранжевый, желто-зеленый, зеленый, светло-зеленый, сине-зеленый, серый, черный.

Схема картриджа приведена на **рис. 1**. Нумерация контактов печатной вилки XP1 соответствует описанному в "Радио", № 10, 12 за 1997 г. соответственно на с. 27—30 и с. 20—23. Микросхема DS1 предназначена для управляющей программы, DS2 — для цифровых образов формируемых изображений. Предусмотрена возможность использовать микросхемы емкостью 8 (К573РФ6А) или 2 Кбайт (КР573РФ5), причем в любом сочетании. В первом случае перемычку XT1 или XT2 устанавливают в положение 2-3, во втором — 1-2. Вместо указанных выше пригодны любые другие (в том числе импортные) РПЗУ емкостью 2 или 8 Кбайт с ультрафиолетовым стиранием. Предпочтительнее — экономичные

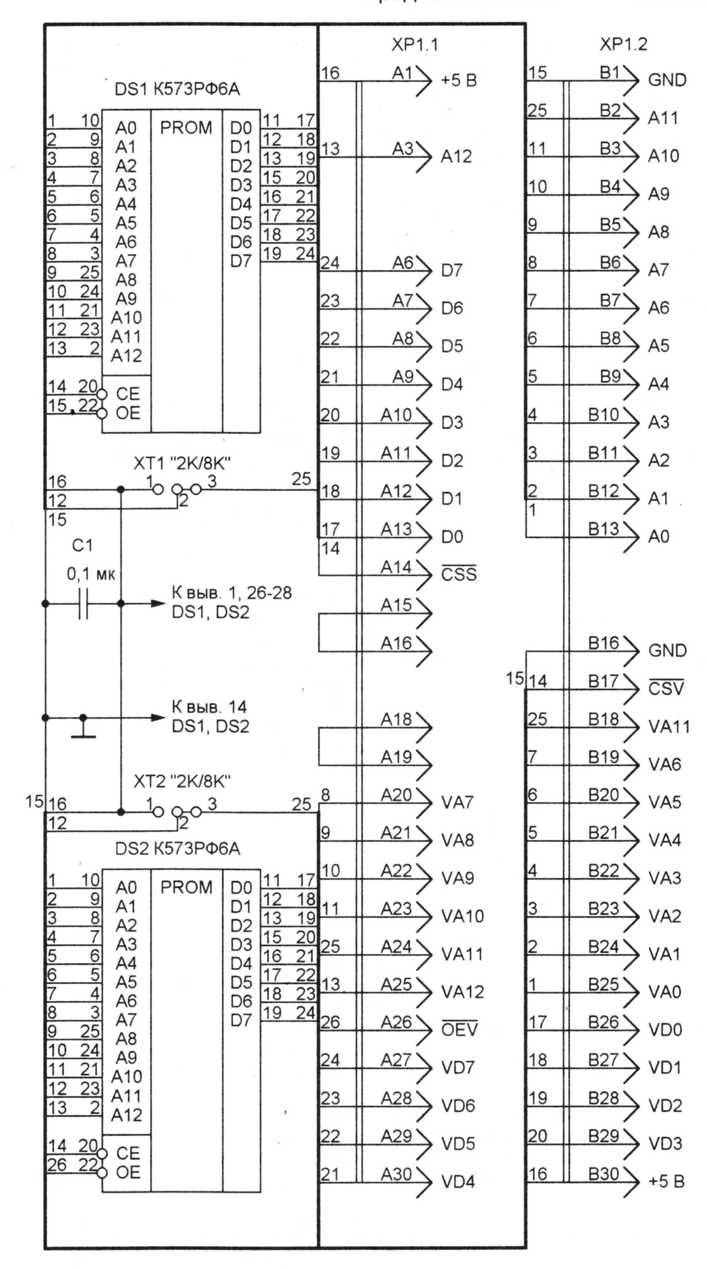


Рис. 1

Таблица 1

03C0	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00
03D0	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00
03E0	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00
03F0	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00	FF	FF	AA	AA	55	55	00	00
0400	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0410	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
0420	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
0430	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0440	3E	00	10	20	00	10	20	30	02	06	09	00	04	08	0C	00
0450	01	07	0B	00	48	8A	48	98	48	08	A9	00	8D	03	20	A9
0460	02	8D	14	40	20	6E	84	28	68	A8	68	AA	68	40	A2	01
0470	8E	16	40	A9	00	8D	16	40	9D	20	03	A0	08	BD	16	40
0480	29	03	C9	01	3E	20	03	88	D0	F3	A9	00	CA	10	E9	60
0490	D8	78	A9	00	8D	00	20	8D	01	20	A2	FF	9A	AD	02	20
04A0	10	FB	20	08	85	20	31	85	20	53	85	20	69	85	20	7E
04B0	85	20	D7	85	20	EA	85	20	D9	87	AD	28	03	10	0B	A9
04C0	15	8D	28	03	20	7E	85	4C	BA	84	C9	0E	30	1F	F0	20
04D0	38	E9	0F	AA	F0	1D	CA	F0	1D	CA	F0	1D	CA	F0	1D	CA
04E0	F0	1D	CA	F0	1D	CA	F0	1D	A9	00	4C	C1	84	4C	82	86
04F0	4C	A9	86	4C	B7	86	4C	C5	86	4C	DE	86	4C	8B	86	4C
0500	EC	86	4C	FA	86	4C	74	87	A9	55	A0	02	A2	00	9D	00
0510	03	DD	00	03	D0	FB	E8	D0	F5	A9	AA	88	D0	F0	A9	00
0520	9D	00	03	E8	D0	FA	A9	FF	8D	24	03	A9	10	8D	2C	03
0530	60	A9	24	8D	06	20	A9	00	8D	06	20	AA	AD	25	03	A0
0540	03	8D	07	20	CA	D0	FA	88	D0	F7	8D	07	20	E8	E0	C0
0550	D0	F8	60	A9	27	8D	06	20	A9	C0	8D	06	20	AD	24	03
0560	A2	40	8D	07	20	CA	D0	FA	60	A9	00	A2	3F	8E	06	20
0570	A2	00	8E	06	20	A0	20	8D	07	20	88	D0	FA	60	A9	02
0580	8D	15	40	A9	3F	8D	04	40	A9	9A	8D	05	40	A9	FF	8D
0590	06	40	A9	00	8D	07	40	60	A9	03	8D	2D	03	8D	15	40
05A0	A9	F0	8D	02	40	A9	87	8D	00	40	A9	80	8D	01	40	A9
05B0	00	8D	03	40	60	20	C5	85	A9	20	4C	A7	85	20	C5	85
05C0	A9	3E	4C	A7	85	A9	03	8D	15	40	A9	C0	AE	2B	03	D0
05D0	02	A9	60	8D	02	40	60	A9	0E	8D	01	20	A9	80	8D	00
05E0	20	A9	00	8D	05	20	8D	05	20	60	A2	01	BD	20	03	C9
05F0	01	F0	22	C9	02	F0	22	C9	04	F0	62	C9	08	F0	71	C9
0600	10	F0	1A	C9	20	F0	43	C9	40	F0	0E	C9	80	F0	06	CA
0610	F0	DA	4C	EA	85	EE	28	03	60	CE	28	03	60	AD	2A	03
0620	18	69	40	8D	2A	03	F0	19	C9	40	F0	04	C9	80	F0	0B
0630	20	98	85	A0	15	20	F1	87	4C	EA	85	20	BD	85	4C	44
0640	86	20	B5	85	8D	2D	03	4C	33	86	AD	2B	03	49	FF	8D
0650	2B	03	AD	2D	03	D0	18	AD	2A	03	4C	26	86	AD	2C	03
0660	18	69	10	C9	40	D0	05	20	7E	85	A9	30	8D	2C	03	60
0670	AD	2C	03	38	E9	10	C9	F0	D0	F2	20	7E	85	A9	00	4C
0680	6C	86	0D	2C	03	20	6B	85	4C	B1	84	A2	03	BD	40	84
0690	9D	F0	03	CA	10	F7	A9	00	8D	2C	03	A2	3F	BD	C0	83
06A0	9D	80	03	CA	10	F7	4C	3A	87	A2	03	BD	48	84	9D	F0
06B0	03	CA	10	F7	4C	9B	86	A2	03	BD	4C	84	9D	F0	03	CA
06C0	10	F7	4C	9B	86	A2	03	BD	48	84	9D	F0	03	CA	10	F7
06D0	A2	3F	BD	00	84	9D	80	03	CA	10	F7	4C	3A	87	A2	03
06E0	BD	50	84	9D	F0	03	CA	10	F7	4C	D0	86	A2	03	BD	44
06F0	84	9D	F0	03	CA	10	F7	4C	96	86	A9	30	20	6B	85	A0
0700	0B	A9	3E	AE	2B	03	F0	02	A9	12	20	2E	87	A2	EB	AD
0710	2C	03	F0	0E	A2	BE	C9	10	F0	08	A2	FA	C9	20	F0	02
0720	A2	EE	8E	24	03	20	53	85	4C	B1	84	0D	2C	03	A2	3F
0730	8E	06	20	8C	06	20	8D	07	20	60	A9	27	8D	06	20	A9
0740	C0	8D	06	20	A2	00	BD	80	03	8D	07	20	E8	E0	40	D0
0750	F5	AD	F0	03	A0	03	20	2B	87	AD	F1	03	A0	07	20	2B
0760	87	AD	F2	03	A0	0B	20	2B	87	AD	F3	03	A0	0F	20	2B
0770	87	4C	B1	84	A0	0F	20	CD	87	A9	3E	A0	0E	20	2E	87
0780	A9	FF	8D	24	03	20	53	85	A2	01	AD	2C	03	C9	00	F0
0790	0B	E8	C9	10	F0	06	E8	C9	20	F0	01	E8	8E	25	03	20
07A0	31	85	A9	25	8D	06	20	A9	CF	8D	06	20	A9	05	8D	07
07B0	20	A9	06	8D	07	20	A9	25	8D	06	20	A9	EF	8D	06	20
07C0	A9	07	8D	07	20	A9	01	8D	07	20	4C	B1	84	A9	30	AE
07D0	2B	03	F0	02	A9	1A	4C	2E	87	20	98	85	A0	12	20	F1
07E0	87	A9	00	8D	00	20	8D	01	20	A9	00	8D	25	03	4C	31
07F0	85	AD	02	20	10	FB	88	D0	F8	60	54	84	90	84	FE	87
1FF0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	54	84	90	84	FE	87

Таблица 2

0000	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0010	10	10	10	FF	10	10	10	10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0020	00	00	00	10	00	00	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0030	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0040	FF	00	FF	00	FF	00	FF	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0050	10	10	10	FF	10	11	11	17	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0060	10	10	10	FF	10	10	10	D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0070	11	11	10	FF	10	10	10	10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

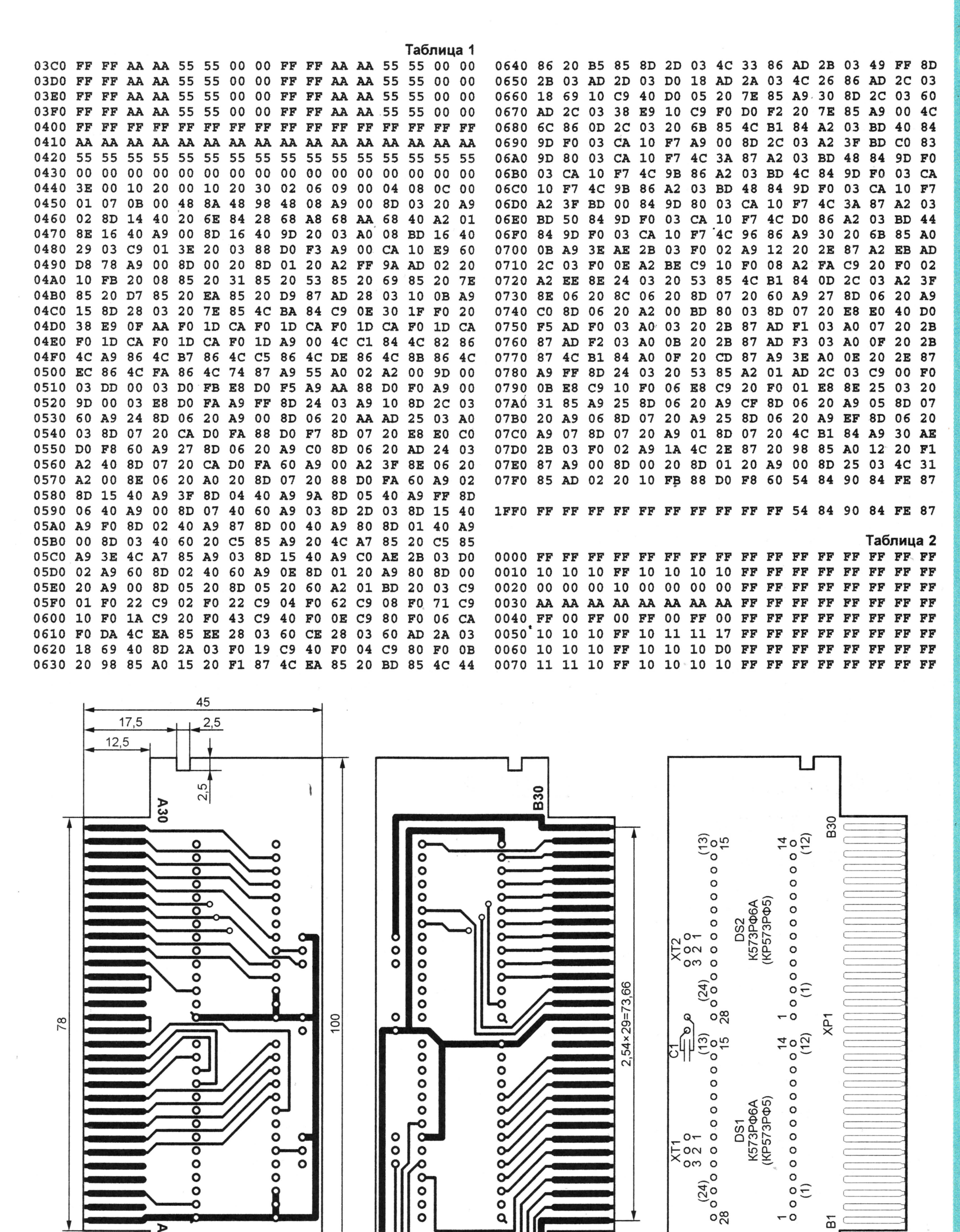


Рис. 2

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

структуры КМОП, в наименовании которых имеется буква С (например, 27С16 или 27С64).

РПЗУ программируют в соответствии с **табл. 1** (DS1) и **табл. 2** (DS2). Коды из последней строки табл. 1 (начальный адрес 1FF0H) заносят только в РПЗУ емкостью 8 Кбайт. Все не указанные в таблицах ячейки памяти программой ГИТС не используются и могут содержать произвольные данные.

Печатную плату картриджа (**рис. 2**) делают из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чтобы обеспечить надежную работу картриджа, необходимо как можно точнее выдержать шаг печатных контактов вилки ХР1 (2,54 мм). Для микросхем DS1 и DS2 предусматривают 28-контактные панели. РПЗУ, имеющие 24 вывода, следует вставлять в эти панели со смещением таким образом, чтобы вывод 1 попал в гнездо 3. Номера выводов для этого случая на рис. 2 приведены в скобках. Конденсатор С1 — любой керамический емкостью 0,068—0,15 мкФ.

Если возникают трудности при изготовлении печатного разъема, в качестве заготовки можно воспользоваться готовой платой от любого неисправного игрового картриджа "Dendy". Удалив все ненужные элементы, в ней сверлят два отверстия и с помощью винтов или заклепок крепят к самодельной монтажной плате с двумя панелями под РПЗУ. Монтаж в этом случае ведут тонкими изолированными проводами, припаивая их непосредственно к выводам панелей и верхним краям контактов печатной вилки. Необходимо следить, чтобы припой не растекался по контактам более чем на 3 мм, иначе переделанный картридж не удастся состыковать с видеоприставкой.

Картридж с программой ГИТС вставляют в предназначенное для него гнездо любой Dendy-совместимой видеоприставки, например, "Subor", "Lifa", "Dendy-2", подключенной к телевизору обычным способом по высокой или низкой частоте. Последний вариант обеспечивает лучшее качество изображения. При соединении по высокой частоте оно в значительной мере зависит от характеристик применяемого устройства сопряжения (ВЧ модулятора). Чтобы получить стабильное изображение с минимумом помех, модулятор следует экранировать.

После включения видеоприставки на экране телевизора появится одна из 28 возможных испытательных таблиц: "градации яркости" (два вида), "шахматное поле" (16×15 цветных или черно-белых квадратов), "сетчатое поле" (31×29 квадратов, белые полосы на черном фоне с крестом в центре экрана), "равномерно светящееся поле" (14 различных цветов), вертикальные и горизонтальные цветные и черно-белые полосы (по два набора), "точечное поле" (240 точек), мелкая сетка для оценки разрешающей способности по горизонтали и вертикали. С учетом цветовых вариантов общее число тестовых изображений — 81.

Управляют ГИТС джойстиком, включенным в основной или дополнительный разъем "Dendy". Испытательные таблицы поочередно сменяют друг друга после каждого нажатия на кнопки ВЛЕВО или А — в одном направлении и ВПРАВО или В — в другом. Смена таблиц сопровождается коротким звуковым сигналом, а переход к условно первой — трелью. С помощью кнопок ВВЕРХ и ВНИЗ выбирают одну из четырех градаций цветовой насыщенности изображений.

Нажатиями на кнопку START включают и выключают звуковой сигнал — прямоугольные импульсы со скважностью 4. В зависимости от числа нажатий их амплитуда может быть постоянной или изменяющейся по пилообразному закону с периодом 60 мс. Частоту импульсов (500 или 1000 Гц) изменяют, нажимая на кнопку SELECT.

Иногда после установки в "Dendy" самодельного картриджа на экране телевизора появляются медленно перемещающиеся темные горизонтальные полосы, а в громкоговорителе слышен низкочастотный фон. Это свидетельствует о перегрузке выносного блока питания видеоприставки. Его рекомендуется заменить более мощным, например, от "Sega Mega Drive-2" (10 В/1,2 А).

Проверьте также, установлен ли на плате питания "Dendy" интегральный стабилизатор напряжения +5 В — микросхема серии 7805. В некоторых моделях "Dendy" вместо него применен маломощный стабилизатор из дискретных компонентов — транзистора, двух резисторов и стабилитрона. Обязательно замените его микросхемой КР142ЕН5А (аналог 7805) с теплоотводом — металлической пластиной максимально возможной площади. Подобным же теплоотводом рекомендуется оснастить интегральный стабилизатор, уже имеющийся на плате.

От редакции**. На ftp-сервере журнала по адресу* ***<ftp://ftp2.paguo.ru/pub/2001/08/dendy> *размещены дополнительные материалы к статье, в том числе распределение памяти видеоприставки "DENDY", назначение ее портов и регистров, описание системы команд микропроцессора МС6502 и полный исходный текст программы ГИТС.*

РАЗРАБОТКА И ОТЛАДКА УСТРОЙСТВ НА МК

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

Те, кто предпочитает ограничиться повторением готовых конструкций на МК, дальнейшее наше повествование могут не читать, поскольку мы переходим к рассказу о том, как разработать программу, заставляющую МК делать все, что необходимо. Первый шаг в этом направлении настолько очевиден, что о нем нередко забывают. Задачу следует сформулировать, и желательно — в письменном виде на бумаге или на экране компьютера. Не жалейте на это времени. Чем с большими подробностями будут изложены все особенности реакции МК на те или иные воздействия (а это могут быть как команды оператора, так и изменения состояния контролируемого или управляемого устройства), тем больше шансы на успех разработки.

Особенно важно правильно описать работу в "нештатных" ситуациях. Ни в коем случае нельзя исходить из того, что все соединенные с МК устройства всегда будут работать правильно, а оператор — действовать безошибочно. Заведомо неверны такие, например, утверждения: "...если двигатель не включен, датчик перегрева его обмоток никогда не сработает..." или "...прежде чем нажать кнопку А, оператор обязательно отпустит кнопку В и никогда не будет нажимать кнопку С...".

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2001, № 5—7

И еще один совет. До окончательной формулировки задачи не ограничивайте себя возможностями какого-либо определенного МК. Его выбор должен быть не предпосылкой, а результатом анализа. Исключений может быть только два: на столе лежит К1816ВЕ48, а до ближайшего радиорынка — 5000 км или заказчик требует: "сконструируй мне это устройство обязательно на таком-то МК". Хотя в последнем случае все-таки остается возможность убедить заказчика, что он не прав.

Но вернемся к реверсивному счетчику, схема и коды программы которого опубликованы в первой части статьи ("Радио", 2001, № 5, с. 17—19). Напомним, что он должен подсчитывать движущиеся объекты, которые в зависимости от направления движения вызывают срабатывание двух датчиков (оптронов с открытым оптическим каналом) в том или ином порядке. Возможные положения объекта относительно датчиков (SENS1, SENS2) и выходные сигналы последних показаны на **рис. 15**. Всего положений — пять, но различить по сигналам датчиков исходное и конечное невозможно, поэтому они обозначены одинаково — Pos0.

А теперь предстоит преодолеть первый "подводный камень". Если ширина объекта меньше расстояния между зонами чувствительности датчиков, состояние Pos2 (когда перекрыты оба датчика) никогда не наступит, а между Pos1 и Pos3 возможна "мертвая зона", в которой сигналы датчиков соответствуют Pos0. В этом случае при движении объекта слева направо его положения будут сменять друг друга в порядке Pos0—Pos1—Pos3—Pos0 или Pos0—Pos1—Pos0—Pos3—Pos0, а при движении справа налево — в обратном порядке. Однако будем считать, что ширина объекта достаточно велика и между положениями Pos1 и Pos 3 всегда будет наблюдаться Pos2. Это позволит однозначно определять на-

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00

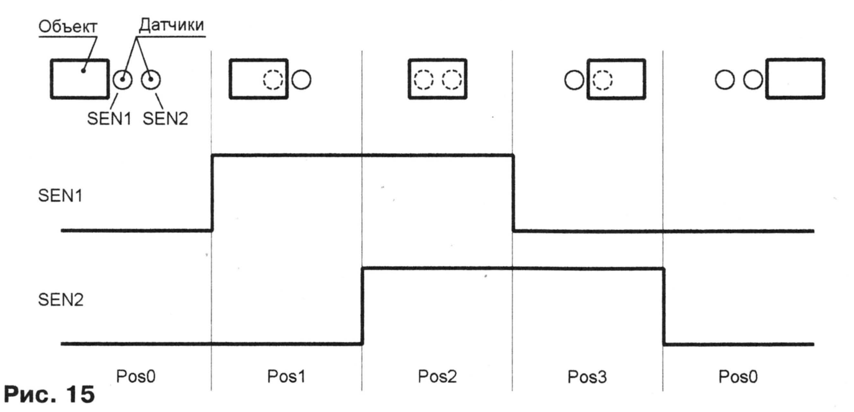


Рис. 15

правление движения и фиксировать, например, случаи, когда объект, войдя в зону чувствительности одного из датчиков, затем — другого, изменяет направление движения и возвращается назад.

Следуя методике, изложенной в [2], построим граф конечного автомата, работающего по сформулированному выше алгоритму. Он показан на **рис. 16**. Обратите внимание, что, кроме выделенной утолщенными линиями "правильной" последовательности переходов между вершинами графа, завершающейся увеличением (переход от ND3 к ND0) или уменьшением (переход от ND6 к ND0) содержимого счетчика COUNT, предусмотрены переходы, задающие поведение автомата в "аварийных" ситуациях при всех возможных комбинациях внешних воздействий. Это гарантирует, что программа, реализующая такой граф, не "зависнет" из-за случайного сбоя показаний датчиков.

Имея граф автомата, задачу можно было бы считать решенной, если бы требовалось просто хранить показания счетчика где-то внутри МК. Но их необходимо сделать доступными пользователю, выведя, например, на цифровой индикатор. Для этого находящееся в памяти двоичное число следует сначала преобразовать в коды соответствующих ему десятичных цифр, а затем вывести эти коды в виде электрических сигналов на соединенные с индикатором выводы МК.

В персональных компьютерах подобные преобразования также сопровождают вывод любой информации на экран монитора. Но большую их часть операционная система (ОС) компьютера выполняет в скрытом от программиста режиме. Аналогичные проблемы возникают и при вводе внешних сигналов. Для некоторых МК тоже существуют ОС, несравненно более простые, чем применяемые в компьютерах, но берущие на себя заботу об организации ввода/вывода. Однако их распространение крайне ограничено, поэтому, проектируя устройство на МК, в большинстве случаев операции ввода/вывода и преобразования форматов данных приходится программировать самостоятельно. Накопив определенный опыт, можно использовать отработанные решения многократно, создав нечто вроде собственной ОС.

Число и характер принимаемых и генерируемых внешних сигналов — один из решающих факторов при выборе МК для решения конкретной задачи. Все множество МК можно разделить на группы по числу выводов. Самые маленькие — восьмивыводные (PIC12C5xx, PIC12C67x, PIC18F01x, PIC18F02x, AT90S2323, AT90S2343, ATtiny11—ATtiny22) — применяют, когда достаточно трех—шести внешних сигналов. Например, рассматриваемый счетчик вполне можно было бы построить на МК AT90S2323, используя два вывода его порта В для приема сигналов датчиков, а третий — для передачи накопленного в счетчике числа последовательным кодом в COM-порт компьютера.

К МК следующей группы — в корпусах с 18 (20) выводами (PIC16F84, PIC16F62x, AT90S1200, AT90S2313) — уже можно подключить цифровой индикатор, например, светодиодный. В простейшем случае, чтобы организовать динамическую индикацию, требуется семь (или восемь с учетом десятичной запятой) выводов МК для подключения элементов (сегментов) и по одному выводу на каждое знакоместо — общих катодов (анодов) индикатора. Таким образом, для использования четырехразрядного индикатора необходимо задействовать 11 выводов МК. Еще два потребуются для подключения датчиков. В результате, например, у МК PIC16F84 свободных выводов общего назначения не останется (у AT90S1200 останется два). Это вполне приемлемо, если совершенствовать разработанное устройство не предполагается, но может вызвать затруднения, когда потребуется подключить к МК еще какие-нибудь внешние узлы, например, кнопки управления.

Вообще говоря, ситуация с недостатком выводов МК довольно типична. Чтобы разрешить ее, схему устройства приходится усложнять. Например, отказавшись от прямого управления элементами индикатора и применив отдельную микросхему-дешифратор, можно "сэкономить" три вывода, что и сделано в счетчике, схема которого приведена на рис. 1. Еще большей экономии достигают, используя многоразрядные индикаторы со встроенными контроллерами. В [5] рассказано, как управляют подобным индикатором всего по шести проводам.

В устройствах, где МК связан с большим числом внешних устройств, применяют приборы, имеющие 28, 40, 64 и более выводов. По системе команд и таким характеристикам, как быстродействие, объем памяти программ и данных, МК одного семейства с разным числом выводов различаются мало, хотя память многовыводных приборов, как правило, объемнее, к тому же ее можно существенно расширить, подключая внешние ОЗУ и ПЗУ. Наибольшие различия — в "ассортименте" встроенных периферийных устройств: таймеров, аналоговых компараторов, ЦАП и АЦП, контроллеров различных интерфейсов. И это не удивительно. Входы и выходы каждого дополнительного устройства требуют, как правило, нескольких внешних выводов микросхемы.

Современная тенденция совершенствования МК — все большая универсализация их выводов. Неприкосновенными остаются лишь цепи питания. Нередко выводам дают не только двойное, но и тройное назначение, совмещая, например, функции дискретного ввода/вывода, счетного входа таймера и аналогового входа компаратора. Это позволяет при ограниченном числе выводов расширить набор встроенных в МК устройств, но, к сожалению, исключает одновременное использование некоторых из них.

В качестве примера можно привести МК PIC16F627 и PIC16F628 (различаются объемом памяти). Будучи программно, а также по числу и назначению выводов совместимыми с PIC16F84, они содержат три таймера, два аналоговых компаратора с внутренним программируемым источником образцового напряжения, встроенный контроллер последовательного интерфейса, другие дополнительные устройства и допускают использование для ввода/вывода общего назначения входа сброса процессора и одного из выводов, обычно служащих для подключения кварцевого резонатора. Подобные новинки постоянно появляются и среди МК других семейств.

Немаловажный фактор — быстродействие МК. Непрофессионалы довольно часто оценивают его частотой подключаемого кварцевого резонатора, забывая, что машинный цикл (минимальное время, требуемое для выполнения одной команды) в МК разных семейств занимает неодинаковое число периодов колебаний резонатора (тактов): в МК семейства AVR — 1, PICmicro — 4, MCS-51 — до 12 тактов.

Однако на этом основании нельзя утверждать, что с одним и тем же кварцевым резонатором AT90S1200 работает ровно в четыре раза быстрее, чем PIC16F84. Дело в том, что из-за различий в архитектуре этих МК для реализации одного и того же алгоритма нередко требуется выполнить неодинаковое число команд. Точное соотношение скоростей, как и оценки других достоинств конкурирующих МК, остается предметом нескончаемых споров между их поклонниками.

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00
РАДИО № 8, 2001

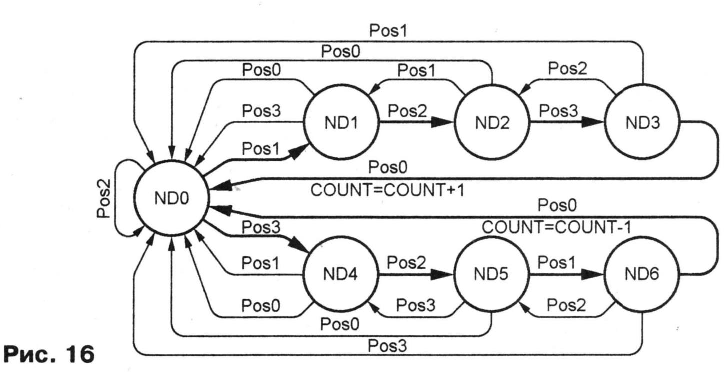


Рис. 16

С увеличением тактовой частоты МК возрастает точность программного формирования и измерения интервалов времени. Все изменения и проверки логических уровней сигналов на своих выводах МК выполняет в дискретные моменты, жестко привязанные к фронтам колебаний тактового генератора и машинным циклам. Поэтому, например, МК семейства PICmicro с кварцевым резонатором на 4 МГц не способен обрабатывать сигналы, изменяющиеся чаще, чем один раз в микросекунду. Фактически дискретность отсчета времени бывает еще большей, так как для вычисления или обработки очередного значения сигнала процессору требуется, как правило, выполнить несколько команд программы.

Не исключение и встроенный в МК таймер, который даже при подсчете подаваемых извне импульсов синхронизируется внутренним тактовым генератором. Однако предварительный делитель таймера — обычный асинхронный счетчик, скорость работы которого ограничена лишь быстродействием образующих его триггеров. Этот факт использован, например, в частотомере [4], способном измерять частоту сигналов до 50 МГц и выше.

Поскольку к скорости работы разрабатываемого нами счетчика особых требований не предъявляется, единственное, что может повлиять на выбор тактовой частоты, — необходимость организовать динамическую индикацию результатов счета. Но и здесь длительность импульсов может достигать нескольких миллисекунд и изменяться в широких пределах. Появляется возможность удешевить устройство, отказавшись от кварцевого резонатора и применив в качестве частотозадающей RC-цепь, что и сделано в схеме, показанной на рис. 1. Номиналы ее элементов выбраны таким образом, что длительность машинного цикла (ее можно определить, измерив период сигнала CLKOUT на выводе 15 DD1) составляет приблизительно 6 мкс.

Следует заметить, что тактовую частоту МК PIC16F627, PIC16F628 можно задавать с помощью одного внешнего резистора (без конденсатора). В них же имеется встроенный генератор, не требующий применения навесных элементов, и предусмотрена возможность переключения с внутренней синхронизации на внешнюю и обратно в ходе выполнения программы. Это позволяет большую часть времени работать в экономичном режиме с низкой тактовой частотой, лишь при необходимости переходя на высокую.

Встроенными генераторами снабжены и многие другие МК. Их недостаток — низкая стабильность частоты и ограниченные возможности ее программной подстройки. В перспективных МК предусматривают синхронизацию внутреннего генератора внешним сигналом с помощью ФАП, причем программируемый делитель частоты в цепи синхронизации позволяет изменять внутреннюю частоту при неизменной внешней.

До сих пор мы почти не говорили о таких важных характеристиках МК, как система команд и объем внутренней памяти программ и данных. Из упоминавшихся семейств МК два (AVR и PICmicro) относят к имеющим архитектуру с сокращенным набором команд, обычно обозначаемую английской аббревиатурой RISC (Reduced Instruction Set Command). Два других (MCS-51 и Z8) имеют обычную архитектуру CISC* (Common Instruction Set Command).

Архитектура RISC считается более прогрессивной, хотя многие специалисты с этим не вполне согласны. Несомненно, уменьшенное число команд позволяет аппаратно реализовать каждую из них оптимальным образом, однако многие операции, выполняемые в CISC-процессорах с помощью одной команды, в RISC требуют нескольких. К тому же наборы команд МК PICmicro и AVR заметно различаются: у первых команд меньше, но выполнение каждой занимает четыре или восемь тактов, у вторых — несколько больше, но выполняются они за один-два такта.

Споры о сравнительных достоинствах той или иной архитектуры нередко носят конъюнктурный характер, поэтому от категорических рекомендаций воздержимся. По мнению автора, начинать освоение МК можно с приборов любого семейства. Переход при необходимости на другие представит не больше трудностей, чем освоение микросхем КМОП человеком, имеющим опыт разработки устройств на ТТЛ.

Обращать внимание, выбирая МК, на такой параметр, как длина команды (она может занимать от 8 до 16 и более двоичных разрядов), вовсе не стоит, хотя он немаловажен для разработчиков процессоров. Единственное его полезное применение — сравнение объемов памяти программ различных МК, которые следует измерять не байтами, а машинными словами (командами). Другое дело — разрядность данных. С ее увеличением производительность МК заметно растет, появляется возможность реализации самых сложных алгоритмов. Все упоминаемые в настоящей статье МК относятся к восьмиразрядным. Применение МК большей разрядности в любительской практике очень ограничено.

Иногда при проектировании устройств на МК приходится сталкиваться с недостаточными объемами их внутренней памяти. Обычно большая память требуется для хранения и обработки данных большого объема (например, списков абонентов, длинных текстов, оцифрованных звуковых и видеосигналов). Подобные случаи довольно очевидны, поэтому следует заранее подумать о применении внешних запоминающих устройств и зарезервировать выводы МК для их подключения. Если очень большой скорости обмена данными не требуется, в качестве внешней памяти применяют микросхемы с последовательным интерфейсом (I^2C, Microwire), для связи с которыми достаточно двух-трех проводов (один из примеров описан в [6]).

Если требуется сохранять какие-либо данные (например, об установленных режимах работы или калибровочных константах) при выключенном питании (в промежутках между сеансами работы устройства), следует выбрать МК с энергонезависимой электрически стираемой и программируемой памятью данных. В технических описаниях ее обычно обозначают аббревиатурой EEPROM. Объем такой памяти невелик (десятки байт). Запись в нее возможна как с помощью программатора, так и непосредственно из выполняемой программы. Процедуры записи в EEPROM, как правило, преднамеренно усложнены, что призвано исключить случайное искажение хранящихся данных в результате сбоев или ошибок в программе.

Важный вопрос о способе программирования МК (занесения кодов программы в его внутреннюю память) рассматривался ранее. Напомним, что наиболее предпочтительны для применения в любительских разработках МК с FLASH-памятью программ, допускающей многократное электрическое стирание и перепрограммирование. Специфических проблем защиты программ от несанкционированного считывания и изменения касаться не будем.

И наконец, немаловажны при выборе МК цена, наличие в продаже, стабильность поставок, репутация фирмы-производителя. Все это — быстро меняющиеся факторы, и рассматривать их нужно с учетом текущей рыночной ситуации.

Не будем утверждать, что выбор PIC16F84 для реализации реверсивного счетчика оптимален со всех точек зрения. Однако он позволяет подробно изложить ход проектирования устройства на популярном в настоящее время приборе. Надеемся, это будет полезно читателям. А теперь перейдем к самому интересному — превращению пока-

E-mail: chip@paguo.ru тел. 207-89-00
РАДИО № 8, 2001

занного на рис. 16 графа работы счетчика в действующую программу.

Для этого, прежде всего, необходимы инструментальные средства: транслятор какого-либо языка программирования в коды команд выбранного МК и отладчик (симулятор МК), позволяющий проверить работоспособность созданной программы, не занося ее в память МК. В результате будет получен HEX-файл, содержимое которого заносят в МК, как об этом рассказывалось ранее.

Все нужные средства (ассемблер MPLAB, отладчик MPSIM) имеются в бесплатно распространяемом фирмой MIcrochip пакете MPLAB, предназначенном для работы в ОС семейства Windows, хотя отдельные программы можно запускать и из командной строки DOS. Дистрибутив MPLAB последней на момент написания статьи версии 5.30 содержится в файле MPL530FUL.EXE объемом 10,9 Мбайт, который можно найти на сайте <**www.microchip.com**> или <**www.microchip.ru**>. На последнем он доступен и по частям, в виде нескольких zip-файлов.

"Скачав" файл MPL530FUL.EXE, запустите его и следуйте появляющимся на экране указаниям программы установки. В результате в меню **Программы** кнопки **Пуск** появится группа **Microchip MPLAB**, значок **MPLAB** из которой для удобства можно "перетащить" на **Рабочий стол** Windows. Другие значки этой группы относятся к отдельным входящим в пакет программам, которые могут работать самостоятельно, и к файлам помощи. Прежде чем начать работу с пакетом, не забудьте создать на одном из логических дисков папку, в которую будет помещен проект счетчика — исходный текст его программы и все связанные с ним файлы, созданные во время работы. Этой папке можно дать любое имя, но для определенности решим, что она будет располагаться на диске **D:** и называться COUNTER.

После запуска MPLAB на экране появится заставка, затем — окно с главным меню пакета в верхней части. Выберите пункт **Options/Development Mode** (подобным образом будем обозначать выбор из нескольких последовательно появляющихся меню) и откройте закладку **Tools**. "Щелкнув" по стрелке в правой части окна **Processor**, найдите в появившемся списке PIC16F84 и выберите его. Нажмите кнопку у надписи **MPLAB SIM Simulator**, включив тем самым возможность не только редактировать программу, но и отлаживать ее, наблюдая на экране все изменения состояния узлов процессора после выполнения каждой команды программы.

При необходимости можно, открыв закладку **Clock**, выбрать тип тактового генератора (**Oscillator Type**) и его частоту (**Desired Frequency**). Код выбранного генератора (точнее, его частотозадающего элемента) войдет в сгенерированное ассемблером слово конфигурации МК, если в исходном тексте программы не указано иное. Рекомендуется всегда задавать тип генератора и другие параметры слова конфигурации именно в тексте программы. Это избавит от необходимости вспоминать, какими они были во время последней трансляции программы. Указанное в закладке **Clock** значение частоты не обязательно должно совпадать с действительным. Отладчик использует его лишь для подсчета длительности выполнения тех или иных отрезков программы. Если указана частота 4 МГц, это время в микросекундах совпадает с числом машинных циклов.

Все остальные настройки пока оставьте предлагаемыми по умолчанию. Можно посоветовать лишь в меню **Options/Environment Setup...** выбрать наиболее подходящий тип и размер шрифта (Screen Font), используемого для вывода на экран текста программы и другой информации. Значения некоторых параметров, в том числе тип процессора и частота генератора, постоянно отображаются в строке состояния в нижней части главного окна.

Откройте пункт **Project/Install Language Tool** и задайте **Language Suite** — Microchip, **Tool Name** — MPASM, выбрав, таким образом, стандартный ассемблер фирмы Microchip. Имя исполняемого файла программы-ассемблера появится в окне **Executable** автоматически, но при необходимости можно задать другое, нажав на кнопку **Browse**. Пункты **Command-line** и **Windowed**, влияющие на характер вывода на экран сообщений о работе ассемблера, оставьте в состоянии, предлагаемом по умолчанию.

А теперь откройте пункт **Project/New Project**, перейдите в созданную ранее папку COUNTER и задайте в окне **File Name**: имя файла разрабатываемого проекта, например, c1.pjt. Указанное расширение — стандартное для подобных файлов. В открывшемся после этого окне **Edit Project** нажмите на кнопку **Add Node** и введите имя файла исходного текста разрабатываемой программы. В данном случае оно должно с точностью до регистра букв совпадать с именем файла проекта, но иметь расширение .asm (c1.asm). При необходимости можно нажать кнопку **Change** у окна **Development Mode** и внести изменения в выбранные ранее режимы трансляции и отладки.

И наконец, вернитесь в главное меню и выберите пункт **File/New**. На экране появится пустое окно с заголовком Untitled1. Выберите пункт **File/Save As...** и сохраните пока что отсутствующее содержимое окна под именем, заданным ранее в пункте **Add Node**, — c1.asm. Соответственно изменится заголовок. На этом подготовительные операции закончены, и можно приступать к вводу и отладке программы.

ЛИТЕРАТУРА

5. **Буров М.** Управляющая программа для знакосинтезирующего ЖКИ. — Радио, 2001, № 4, с. 30, 31.

6. **Долгий А.** Как записать в ПЗУ аудиоданные из WAV-файла и "проиграть" их. — Радио, 2001, № 4, с. 25—27; № 5, с. 23, 24.

(Продолжение следует)

ДВА ВОЛЬТМЕТРА НА К1003ПП1

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Описываемые светодиодные шкальные вольтметры на микросхеме К1003ПП1 позволяют определять напряжение в осветительной сети или в бортовой сети автомобиля, как говорится, с первого взгляда. Удобство в считывании показаний достигнуто оригинальным включением микросхемы.

В предлагаемом устройстве микросхема К1003ПП1 используется для управления шкалой из 12 светодиодов. В стандартном варианте включения (**рис. 1**), описанном в [1], она обеспечивает формирование линейки из светящихся светодиодов, длина которой пропорциональна превышению входного напряжения над заданным нижним уровнем.

Напряжение питания микросхемы может находиться в пределах 10...18 В, при этом потребляемый ею ток без учета тока светодиодов не превышает 10 мА. Экспериментально измеренный ток нескольких образцов составлял 5...6 мА.

Входной сигнал $U_{вх}$ подают на вывод 17, а напряжения, определяющие диапазон индицируемых уровней, на выводы 16 (нижний уровень $U_н$) и 3 (верхний уровень $U_в$). Эти напряжения должны быть в пределах 0...6 В, причем значение $U_в$ должно превышать $U_н$ не менее чем на 1 В. Токи всех трех указанных входов, вытекающие и по абсолютной величине, не превышают 1 мкА.

"Цена деления" индикатора, т. е. увеличение входного напряжения, вызывающее включение очередного светодиода, составляет 1/13 от разности $U_в - U_н$.

Выходные каскады микросхемы представляют собой генераторы тока. Величина их тока не зависит от напряжения питания. В проверенных автором экземплярах он составлял около 15 мА. Его можно регулировать подачей соответствующего напряжения на вывод 2 микросхемы.

В варианте, приведенном на рис. 1, индикатор работает следующим образом. Пока напряжение на входе $U_{вх}$ меньше, чем на входе $U_н$ плюс "цена деления", ни один светодиод не светится. Как только эти напряжения сравняются, включается светодиод HL1, подключенный к выходу 1. При увеличении входного напряжения ток по выходу 1 прекращается и появляется ток выхода 2. В этот момент включается светодиод HL2, но HL1 не гаснет, поскольку оба светодиода включены последовательно. При дальнейшем росте $U_{вх}$ включаются светодиоды HL3, HL4.

Когда появляется ток на выходе 5, на выходе 4 он не прекращается, что сохраняет непрерывность светящейся линейки. Аналогично при включении светодиода HL9 сохраняется ток выходов 4 и 8. Последний в цепочке светодиод HL12 включится, если напряжение на входе $U_{вх}$ становится на "цену деления" меньше $U_в$. Ток, потребляемый индикатором, собранным по схеме рис. 1, при любом числе светящихся светодиодов в группе HL1—HL4 составляет около 21 мА. Он складывается из тока, потребляемого самой микросхемой, и тока одного выхода. Когда к указанным светодиодам добавляется любое число светодиодов из группы HL5—HL8, суммарный ток увеличивается на 15 мА, а после включения светодиодов HL9—HL12 — еще на 15 мА.

Таким образом, максимальный ток, потребляемый индикатором, составляет ~50 мА при токе, протекающем через каждый светодиод 15 мА.

Ток через светодиоды, как указывалось выше, зависит от напряжения на выводе 2. Эта зависимость показана на **рис. 2**. Если вывод 2 никуда не подключен, напряжение на нем составляет около 0,6 В, что и соответствует току 15 мА.

Повысить экономичность индикатора можно, включив светодиоды в соответствии с **рис. 3**. В этом случае вместо линейки включается только один светодиод. В результате ток, потребляемый индикатором ток составит около 21 мА. Такое использование микросхемы было описано в [2].

На первый взгляд, в индикаторе, собранном по схеме рис. 3, при включении HL5 светодиод HL4 не должен гаснуть, как это происходит в устройстве, схема которого показана на рис. 1. Но дело в том, что микросхема определяет, как подключены светодиоды: по схеме рис. 1 или рис. 3 и, соответственно, не гасит или гасит последний светодиод группы при включении светодиодов последующей группы.

Для определения схемы включения микросхема выдает по выходам 1 и 2 ток около 2 мкА, при котором свечение светодиодов практически не обнаружимо. При таком токе падение напряжения на одном светодиоде составляет около 1,4 В. Поэтому в индикаторе, включенном по схеме рис. 1, напряжение на выходе 2 примерно на ту же величину меньше напряжения на выходе 1, а в устройстве, собранном по схеме рис. 3, они примерно равны. Пороговое значение разности этих напряжений, при превышении которого переключаются режимы индикации, — 0,6 В.

Микросхему несложно "обмануть" и добиться еще нескольких вариантов включения светодиодов шкалы.

Если, например, в устройстве, выполненном по схеме рис. 3, светодиод HL1 зашунтировать резистором сопротивлением 100...220 кОм, то при переходе к включению светодиода HL5 микросхема определит, что напряжение на выходе 1 более чем на 0,6 В выше напряжения на выходе 2 и не погасит светодиод HL4. В результате будет гореть один из светодиодов второй группы и светодиод HL4. Аналогично при включении светодиода HL9 не погаснет светодиод HL8 (и HL4). Этот режим не очень интересен, но иногда может пригодиться.

Если светодиоды HL1 и HL2 включить по схеме, показанной на **рис. 4**, а остальные — по схеме, приведенной на рис. 1, то микросхема также посчитает, что включен режим свечения одиночного светодиода. Индикатор в этом случае будет работать так: по мере повышения входного напряжения вначале включится светодиод HL1, затем HL2, а HL1 погаснет. При включении же светодиода HL3 светодиод HL2 не погаснет, причем эти светодиоды останутся включенными и при зажигании светодиода HL4, т. е. будет гореть один диод или образуется линейка из двух, трех горящих светодиодов примерно так, как это было в устройстве, собранном по схеме рис. 1.

Отличие начинается при включении светодиода HL5 — светодиоды HL2—HL4 при этом гаснут и формируется следующая линейка из светодиодов HL5—

Рис. 1

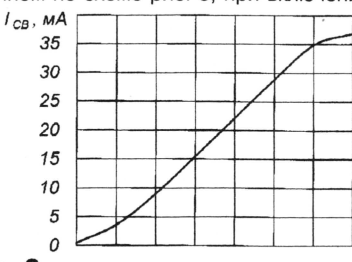


Рис. 2

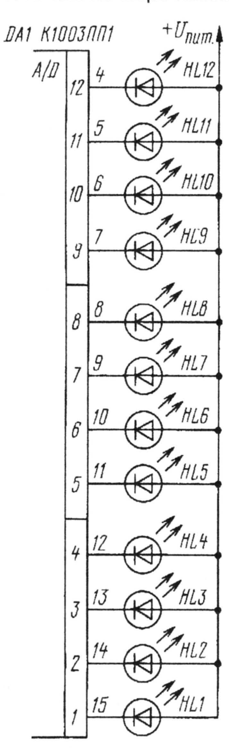


Рис. 3

E-mail: measure@paguo.ru тел. 208-83-05

Рис. 4

Рис. 5

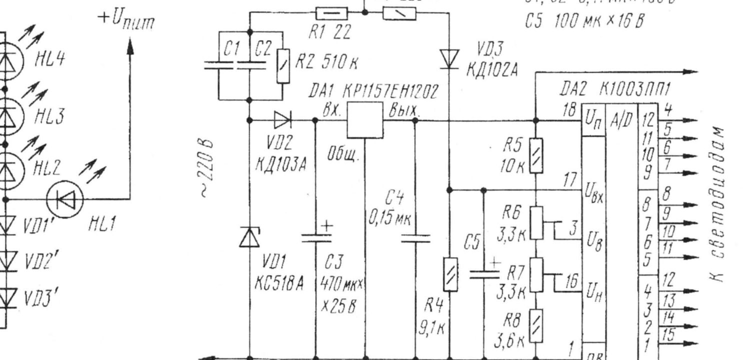


Рис. 6

Рис. 8



Рис. 7

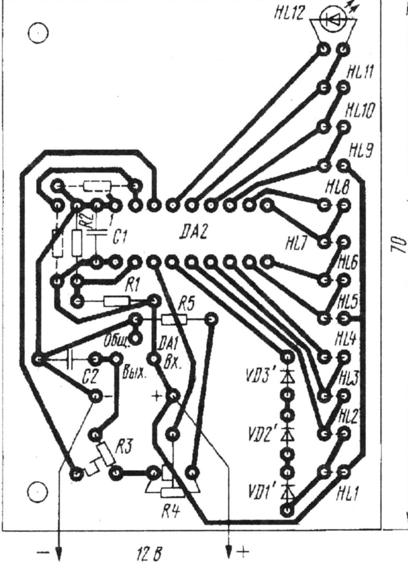


Рис. 9

HL9. Аналогично при включении светодиода HL9 гаснут HL5—HL8 и линейка формируется из HL9—HL12. Если же светодиоды в группах установить разного цвета, например, HL1—HL4 желтого (напряжение ниже нормы), HL5—HL8 зеленого (норма), HL9—HL12 красного (превышение нормы), одного взгляда на индикатор достаточно, чтобы по цвету и числу светящихся светодиодов оценить контролируемое напряжение. Еще одно преимущество индикатора, выполненного по такой схеме, — его экономичность, поскольку потребляемый им ток равен току, потребляемому устройством с одним светящимся светодиодом (см. рис. 3).

У предложенной схемы включения есть недостаток — один желтый светодиод может быть включен как при минимальном напряжении, так и при напряжении, большем его на величину "цены деления". Получить нормальную линейку из одного—четырех желтых светодиодов можно, включив их по схеме, показанной на **рис. 5** (остальные элементы включены по схеме, приведенной на рис. 1). Диоды VD1'—VD3' — любые маломощные кремниевые, их задача "обмануть" микросхему и обеспечить режим ее работы, соответствующий одному светящемуся светодиоду.

Подобная шкала с двумя светодиодами в каждой из трех групп предлагалась в [3], но она была выполнена на двух микросхемах и семи транзисторах, имела трансформаторный узел питания, а потребляемый ток возрастал с увеличением числа включенных светодиодов.

Схема изготовленного автором устройства для контроля напряжения осветительной сети приведена на **рис. 6**. Светодиоды подключены к микросхеме в соответствии с рис. 5 и 1. Источник питания собран по схеме с гасящим конденсатором [4] и двойной стабилизацией, которую обеспечивают стабилитрон VD1 и микросхема DA1. Контролируемое сетевое напряжение выпрямляется диодом VD3 и сглаживается конденсатором C5. Подстроечные резисторы R6 и R7 позволяют установить соответственно верхний и нижний его уровни.

Чертеж печатной платы индикатора приведен на **рис. 7**. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ и подстроечных СП3-19а, конденсаторов К73-17 на напряжение 400 В (C1, C2), К50-35 (C5), импортного аналога К50-35 (C3) и КМ-6 (C4). Диоды VD1'—VD3' — КД103А. Микросхема DA1 — любой стабилизатор напряжения на 12 В [5].

Светодиоды HL1—HL4 — оранжевого свечения АЛ307ММ (светоотдача желтых обычно невелика), HL5—HL8 — зеленого с повышенной яркостью — АЛ307НМ, HL9—HL12 — красного АЛ307БМ. Перед установкой на плату светодиоды следует опилить напильником до размера 5 мм.

На плате предусмотрены места для установки резисторов делителя, обеспечивающего подачу напряжения на вывод 2 регулировки яркости. Они показаны штриховыми линиями. Ток делителя может быть выбран порядка 100 мкА.

На **рис. 8** приведена схема аналогичного индикатора для контроля напряжения аккумуляторной батареи автомобиля, а на **рис. 9** — его печатная плата.

Обе печатные платы установлены в корпусы из прозрачного полистирола. Автор использовал коробочки, в которых часто продают шурупы и другие крепежные элементы.

Налаживание обоих приборов несложно. Вначале на индикатор подают минимальное напряжение сети (190 В — для первого и 9,5 В — для второго) и подстроечным резистором R7 (R4) добиваются свечения первого оранжевого светодиода "в полнакала". Затем, увеличив напряжение до максимального значения (245 и 15 В соответственно), резистором R6 (R3) добиваются аналогичного свечения последнего красного светодиода. Цена деления первого вольтметра составит при этом 5 В, второго — 0,5 В. Номинальному напряжению (220 и 12,6 В) соответствует свечение трех зеленых светодиодов, причем верхний из них имеет при этом пониженную яркость.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Новаченко И. В., Петухов В. М., Блудов И. П., Юровский А. В.** Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры. Справочник. — М.: Радио и связь, 1989. — 384 с.

2. **Смирнов В.** Вольтметр на К1003ПП1. — Радио, 1999, № 6, с. 37.

3. **Пахомов А.** Индикаторы уровня сетевого напряжения. — Радио, 2001, № 2, с. 36, 37.

4. **Бирюков С.** Расчет сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48 — 50.

5. **Бирюков С.** Микросхемные стабилизаторы напряжения широкого применения. — Радио, 1999, № 2, с. 69 — 71.

АВТОМАТ ЗАЩИТЫ СЕТЕВОЙ АППАРАТУРЫ

А. ШИТОВ, г. Москва

На страницах журнала неоднократно публиковались описания устройств, защищающих бытовую радиоаппаратуру от колебаний напряжения в сети. В предлагаемой вниманию читателей статье рассказано об автомате, способном реагировать как на повышение, так и на понижение напряжения. В нем использована всего одна микросхема.

Схема автомата показана на **рис. 1**. Напряжение сети через гасящий конденсатор C4 поступает на выпрямительный

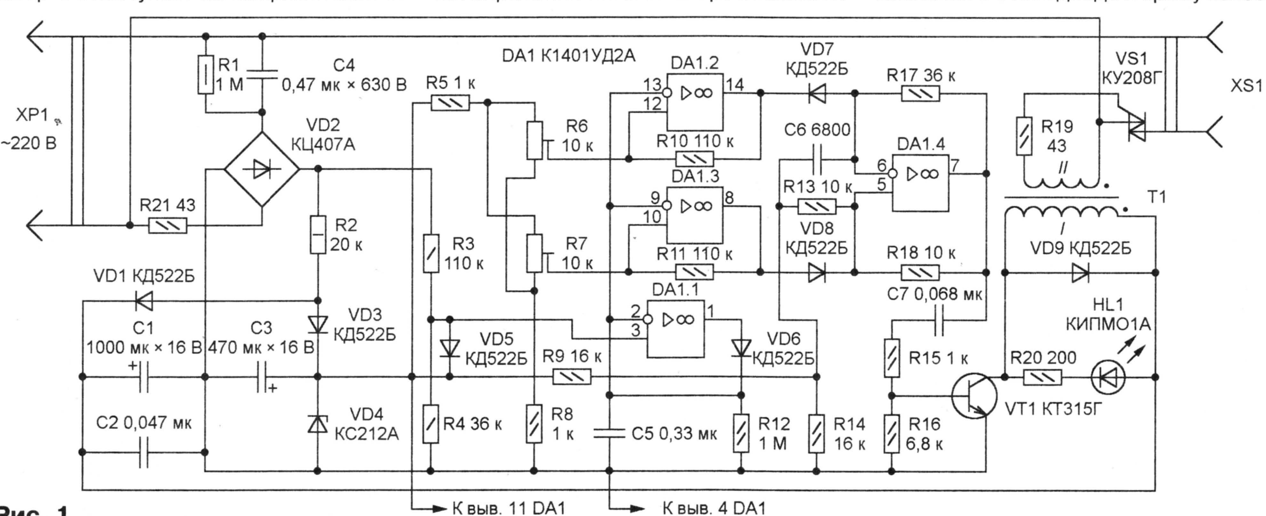


Рис. 1

диодный мост VD2. Резистор R1 служит для разрядки конденсатора C4 после выключения устройства. С выхода моста VD2 пульсирующее напряжение поступает на делитель R3R4, а с него — на вход пикового детектора, построенного на операционном усилителе (ОУ) DA1.1 и элементах VD6, C5 и R12. Малое прямое сопротивление диода VD6 обеспечивает быструю зарядку конденсатора C5 до амплитудного значения напряжений в точке соединения резисторов R3 и R4, пропорционального сетевому. Диод VD5 защищает ОУ от повреждения при чрезмерно высоком напряжении в сети.

Когда напряжение на входе пикового детектора ниже того, до которого заряжен конденсатор C5, последний разряжается через резистор R12 и входные сопротивления ОУ DA1.1—DA1.3. Постоянная времени разрядки выбрана таким образом, чтобы при минимальном размахе пульсаций на выходе пикового детектора обеспечить достаточно быструю реакцию автомата на уменьшение напряжения в сети.

Выходное напряжение пикового детектора поступает на входы триггеров Шмитта, собранных на ОУ DA1.2 и DA1.3. Ширина зон гистерезиса триггеров зависит от номиналов резисторов R10 и R11, с помощью которых осуществляется положительная обратная связь. На неинвертирующие входы ОУ DA1.2 и DA1.3 с движков подстроечных резисторов R6 и R7 поступает образцовое напряжение. Если напряжение на входе триггера превышает уровень, заданный с помощью подстроечного резистора R6 (R7), напряжение на выходе ОУ DA1.2 (DA1.3) — нулевое, в противном случае оно практически равно напряжению питания микросхемы DA1.

Для нормальной работы автомата необходимо, чтобы порог срабатывания триггера на ОУ DA1.2 был выше, чем на ОУ DA1.3. Если значение выходного напряжения пикового детектора находится между этими порогами, уровни на выходах триггеров таковы, что соединенные с ними диоды VD7 и VD8 закрыты. Генератор на ОУ DA1.4 работает, формируя на выходе импульсы частотой приблизительно 1,5 кГц. Это состояние автомата соответствует напряжению в сети, находящемуся в допустимых пределах.

При повышении или понижении напряжения один из триггеров изменит состояние, что приведет к открыванию связанного с ним диода и срыву колеба-

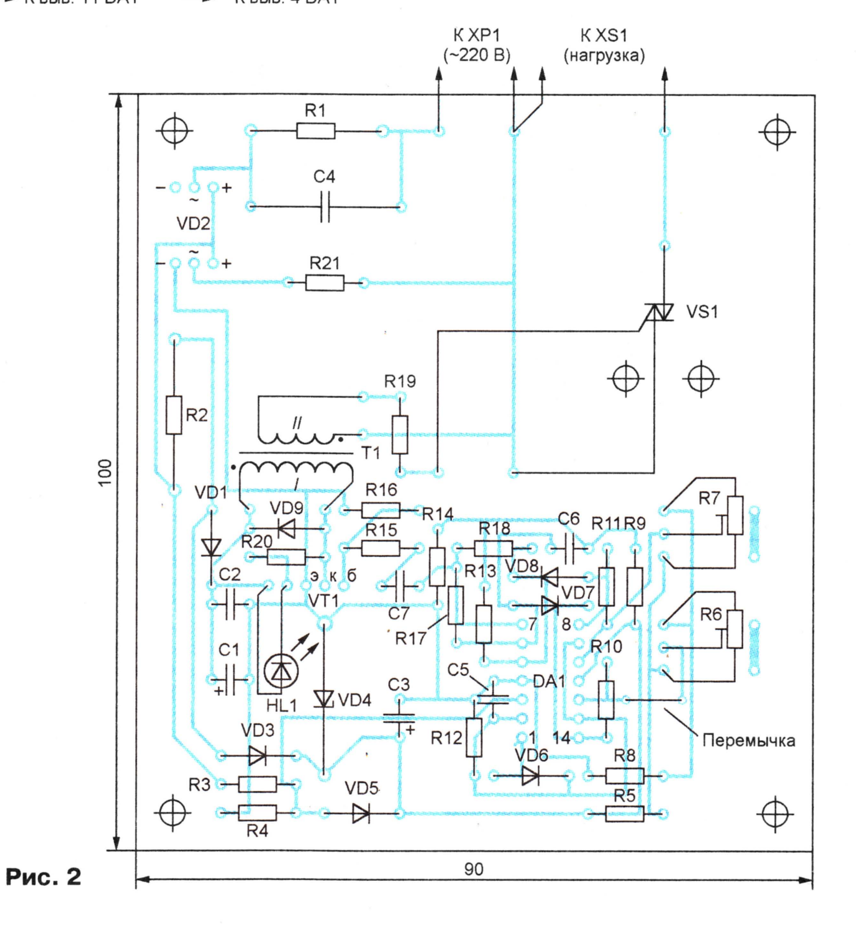


Рис. 2

E-mail: dom@paguo.ru тел. 208-83-05

ний генератора. Резистор R13 и конденсатор C6 генератора подключены к искусственной средней точке, образованной делителем напряжения R9R14.

Итак, если сетевое напряжение находится в допустимых пределах, импульсы генератора через разделительный конденсатор C7 и делитель R15R16 поступают на базу транзистора VT1, а с коллектора последнего через согласующий трансформатор T1 — на симистор VS1 и открывают его. Нагрузка подключена к сети. Светодиод HL1 сигнализирует об этом. Резистор R19 ограничивает ток управляющего электрода симистора. Диод VD9 защищает транзистор VT1 от высоковольтных импульсов, возникающих на обмотке I трансформатора в момент закрытия ключа.

Выпрямленное диодным мостом VD2 напряжение через резистор R2 и диод VD3 поступает также на параметрический стабилизатор на стабилитроне VD4. Полученное напряжение 12 В используется для питания микросхемы DA1. Каскад на транзисторе VT1 питают через разделительный диод VD1, это предотвращает проникновение импульсных помех в цепи питания микросхемы DA1 и на вход пикового детектора.

Автомат собран на односторонней печатной плате, чертеж которой приведен на **рис. 2** (вид со стороны печатных проводников). Она рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ, подстроечных R6 и R7 — СП3-16а. Оксидные конденсаторы C1 и C3 — К50-35. Конденсатор C4 — К73-17 на рабочее напряжение не менее 400 В. Остальные конденсаторы — К10-7, КМ. Трансформатор T1 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера К10×6×3 из феррита 1000НН. Обмотка I содержит 300, II — 150 витков провода ПЭВ-2 0,1. Симистор VS1 закреплен на плате с помощью металлического уголка.

Микросхема К1401УД2А заменима на К1401УД2Б. Транзистор VT1 — любой из серий КТ315 или КТ3102. Выпрямительный мост можно собрать из четырех диодов КД102Б. Стабилитрон VD4 должен быть рассчитан на напряжение 10...15 В при максимальном токе стабилизации 30...50 мА. Кроме указанного на схеме, подойдут Д814Г либо два соединенных последовательно КС156А или КС168А. Остальные диоды — любые из серий КД521, КД522.

Регулировка автомата заключается в установке требуемых порогов срабатывания. Нижнего — подстроечным резистором R7, верхнего — R6. Иногда при первом включении устройства оказывается, что в нагрузку подается лишь один полупериод сетевого напряжения (лампа накаливания, подключенная к розетке XS1, светится вполнакала). Причина этому — ошибочное подключение обмоток трансформатора T1, из-за чего на управляющий электрод симистора VS1 поступают импульсы положительной полярности. Для устранения дефекта достаточно поменять местами выводы любой из обмоток трансформатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Автомат защиты сетевой аппаратуры от "скачков" напряжения. — Радио, 1996, № 10, с. 48, 49.

2. Устройство защиты радиоаппаратуры от превышения сетевого напряжения. — Радио, 1997, № 6, с. 44, 45.

СТОРОЖЕВОЕ УСТРОЙСТВО С ЕМКОСТНЫМ ДАТЧИКОМ

А. МОСКВИН, г. Екатеринбург

В последнее время наш журнал уделяет много внимания описанию различных устройств, предназначенных для охраны помещений. Автор публикуемой статьи предлагает свой вариант несложного устройства сигнализации, реагирующего на приближение объекта к металлическому предмету (датчику).

Охранные устройства имеют самые разнообразные алгоритмы работы, схемотехнический уровень и функциональные возможности. Как правило, такие устройства реагируют на размыкание или замыкание шлейфа (например, при открывании двери помещения). В этом случае предполагается, что при вскрытии двери злоумышленником начинает звучать сигнал тревоги, а напуганный виновник ретируется (или, в лучшем случае, его удается задержать). При этом замок нередко оказывается сломанным, а дверь — перекошенной.

Чтобы при попытке несанкционированного проникновения в помещение замок и двери оставались целыми, устройство сигнализации должно реагировать на вора уже при его приближении к двери или прикосновении к металлической части замка, попытке вставить ключ в замок, прикосновении (приближении) к самой двери (естественно, если она металлическая). Однако примерно за последние 15 лет о подобных устройствах на страницах "Радио" было опубликовано всего несколько работ. Это — две статьи И. Нечаева: "Емкостное реле" ("Радио", 1988, № 1, с. 33; 1992, № 9, с. 48), в разделе "За рубежом" — статья "Устройство сигнализации при приближении к объекту" ("Радио", 1999, № 5, с. 40) и статья Ю. Виноградова "Сенсорный датчик в охранной сигнализации" ("Радио", 1999, № 8, с. 45). Кстати, описание полностью законченной конструкции с указанием необходимых атрибутов (наличие временных задержек для бесшумного входа-выхода, запоминание и ограничение длительности сигнала тревоги и пр.) было приведено лишь в упомянутой статье Ю. Виноградова, однако это устройство реагирует только на прикосновение к сенсорному датчику.

В предлагаемой конструкции предусмотрены следующие функциональные возможности: бесшумный вход и выход владельцев помещения, запоминание и ограничение времени звукового сигнала тревоги, защита от кратковременного (случайного) прикосновения к датчику, выдача коротких (около 0,1 с) контрольных звуковых сигналов в момент установки устройства на охрану (при окончании времени бесшумного выхода), а также в момент блокировки и разблокировки устройства при касании потайных сенсорных контактов, которые расположены на внешней стороне охраняемой двери и предназначены для бесшумного входа.

Питание осуществляется от источника постоянного тока напряжением 12...14 В. Измеренный ток потребления составил 2,7 мА в дежурном режиме и 150 мА в режиме тревоги.

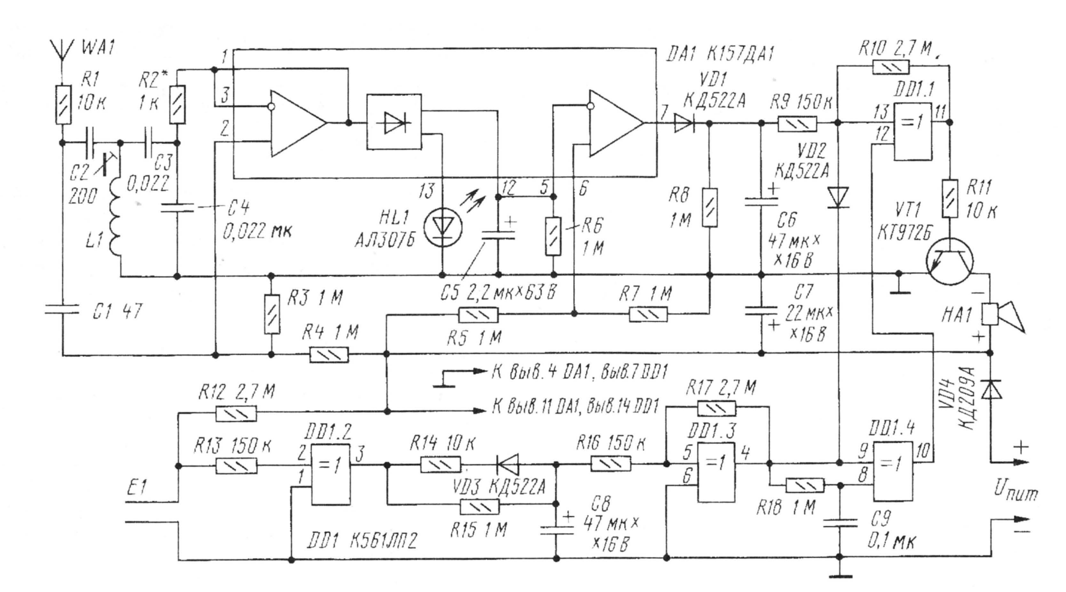
Устройство (см. **рисунок**) собрано на двух недорогих и доступных микросхемах — К157ДА1 и КР561ЛП2. Основное назначение микросхемы К157ДА1 — работа в аппаратуре магнитной записи (см., например, книгу Д. И. Атаева и В. А. Болотникова "Аналоговые интегральные схемы для бытовой аппаратуры"). Однако внутренний ее состав (два операционных усилителя и два двуполупериодных выпрямителя) позволил собрать на одном корпусе несколько функциональных узлов устройства сигнализации.

На левом по схеме операционном усилителе, входящем в микросхему DA1, собран LC-генератор, работающий на частоте около 35 кГц на грани срыва, а на правом — компаратор. Цепь C5R6 вводит задержку для предотвращения ложного срабатывания при случайном прикосновении.

Для обеспечения бесшумного входа и выхода устройство содержит узел блокировки DD1.2, DD1.3 с управлением от сенсорных контактов E1, а также формирователь коротких (0,1 с) контрольных звуковых сигналов DD1.4. Блокировка устройства производится диодом VD2.

Светодиод HL1 светится в дежурном режиме и гаснет при приближении объекта или прикосновении к датчику. Он питается от токового выхода выпрямителя микросхемы DA1. Ток светящегося светодиода в таком включении составляет всего около 0,5 мА. Однако при применении светодиода красного свечения АЛ336К и при не ярком внешнем освещении его свечение ("горит-не горит") хорошо различимо. К тому же слишком яркое свечение может привлечь нежелательное внимание окружающих, да и увеличивает потребляемый устройством ток в дежурном режиме работы.

Частота, на которой работает генератор, определяется элементами параллельного LC-контура L1C3C4. Режим работы генератора по постоянному току задают резисторы R3 и R4. Положительная обратная связь осуществляется с выхода ОУ (выв. 1 микросхемы DA1) через резистор R2, элементы LC-контура, конденсаторы C1, C2 на неинвертирующий



вход (выв. 2). При приближении к антенне WA1 часть энергии "отсасывается" объектом и генерация срывается. Порог возбуждения подбирают резистором R2. Конденсатор C1 совместно с резисторами R3 и R4 выполняют функцию ФВЧ, ослабляющего помеху 50 Гц на входе ОУ при касании антенны.

В дежурном режиме сигнал работающего генератора преобразуется в постоянное напряжение выпрямителем и сглаживается конденсатором C5. При указанных на схеме номиналах конденсатора C5 и резистора R6 время нечувствительности устройства к случайному прикосновению составляет около 2 с. Далее сигнал поступает на компаратор и инвертируется. Низкий уровень с выхода компаратора через диод VD1 и триггер Шмитта DD1.1 поступает на базу транзистора VT1, при этом на выводе 12 DD1.1 присутствует разрешающий низкий уровень. Транзистор VT1 закрыт, и пьезосирена HA1 обесточена.

При приближении к антенне светодиод HL1 гаснет. На входе компаратора через 2 с появляется низкий уровень, который инвертируется компаратором. Сигнал высокого уровня с выхода компаратора через диод VD1 быстро заряжает конденсатор C6. Транзистор VT1 открывается и включает пьезосирену HA1.

Когда воздействие на антенну заканчивается, генератор снова возбуждается. На конденсаторе C5 появляется высокий уровень, а на выходе компаратора — низкий. Время работы сирены после окончания воздействия на антенну определяется временем разрядки конденсатора C6 через резистор R8 и составляет примерно 50 с.

При включении питания устройства конденсатор C8 начинает медленно заряжаться сигналом высокого уровня с выхода элемента DD1.2 через резистор R15. В это время на выходе триггера Шмитта DD1.3 поддерживается низкий уровень. Открытый диод VD2 шунтирует выход компаратора. В результате на базу транзистора VT1 поступает низкий уровень вне зависимости от внешнего воздействия на антенну WA1 и сирена HA1 оказывается обесточенной. Таким образом, можно выйти из помещения, не вызывая срабатывания сигнализации.

После зарядки конденсатора C8 диод VD2 закрывается высоким уровнем с выхода DD1.3 и устройство переходит в дежурный режим. Фронт импульса с выхода триггера Шмитта DD1.3 преобразуется в короткий (около 0,1 с) импульс, формируемый с помощью элементов R18, C9 и DD1.4. Этот импульс через элемент DD1.1 открывает транзистор VT1, в результате звучит короткий звуковой сигнал пьезосирены, извещающий об окончании времени бесшумного выхода.

Бесшумный вход, как уже отмечалось, осуществляется касанием сенсорных контактов E1, которые расположены незаметно на внешней стороне двери. При касании контактов на выходе элемента DD1.2 возникает низкий уровень. Конденсатор C8 разряжается через диод VD3, резистор R14 — примерно за 0,5 с. На выходе элемента DD1.3 появляется низкий уровень, блокирующий работу сирены HA1 аналогично тому, как это было при постановке системы на охрану. Перепад уровня на выходе элемента DD1.3 формирует короткий сигнал, извещающий о начале отсчета времени, отведенного для бесшумного входа. Дверь можно открывать, а устройство — обесточивать.

Сторожевое устройство собрано на печатной плате размерами 75×45 мм и размещено в корпусе, выполненном из футляра магнитофонной компакт-кассеты. Вся конструкция размещена с внутренней стороны входной деревянной двери между ее поверхностью и обивочным материалом. Установленный на плате светодиод HL1 выведен наружу через специальное отверстие в обивке двери.

Катушка индуктивности L1 — от фильтра-пробки транзисторного магнитофона, без переделки. Ее индуктивность с не полностью вставленным сердечником — около 1,5 мГн, сопротивление обмотки постоянному току — примерно 7 Ом. Сенсорные контакты E1 представляют собой шляпки двух гвоздей 4×90, вбитых в дверь с ее внешней стороны на расстоянии 10 мм друг от друга. Проводники, подключаемые к сенсорным контактам, имеют минимальную длину (100 мм) и припаяны к выступающим загнутым остриям гвоздей.

Пьезосирена HA1 китайского производства. Главное, чтобы ее высота не превышала 15 мм, что позволит расположить сирену (так же, как и само устройство) на входной деревянной двери, чтобы ее звук выходил наружу через отверстие диаметром 6 мм. Для маскировки с внешней стороны двери в отверстие нужно вложить небольшой кусочек поролона, подкрашенный под цвет обивочного материала.

Генератор настраивают на частоту 35 кГц подстроечником катушки L1. Порог возбуждения генератора (чувствительность устройства) устанавливают подбором резистора R2, приближая руку к антенне и ориентируясь на свечение светодиода HL1.

Окончательную настройку чувствительности следует производить при размещении устройства непосредственно в охраняемой двери с подключенным датчиком (дверным замком или дверной ручкой).

Для исключения ложных срабатываний не стоит устанавливать чрезмерно высокую чувствительность.

Устройством удобно пользоваться для охраны помещения и при наличии в нем хозяев, что особенно актуально в ночное время. Для этого надо включить питание устройства, и через 50 с оно войдет в дежурный режим, сообщив об этом коротким звуковым сигналом. ■

E-mail: dom@paguo.ru
тел. 208-83-05
РАДИО № 8, 2001

И СНОВА О СПАРЕННОМ ВКЛЮЧЕНИИ АППАРАТОВ

Ю. ЗЕШКОВ, г. Первоуральск, Свердловская обл.

Когда не хватает соединительных линий между АТС и абонентами, применяют спаренное включение телефонных аппаратов (ТА). Это позволяет подключить к одной паре проводов двух абонентов с разными телефонными номерами.

Известно, что на телефонных линиях для спаренного включения ТА используют приставки диодного разделения цепей.

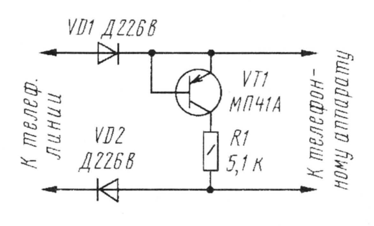


Рис. 1

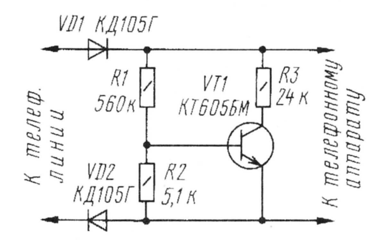


Рис. 2

На **рис. 1** показана схема приставки ПДТ-1, на **рис. 2** — ПРТ-2, а на **рис. 3** — ПДТ-3. Принцип работы таких приставок основан на блокировании цепи неработающего в данный момент ТА и одновременном обеспечении питанием работающего ТА. Это достигается включением в линейные цепи телефонных аппаратов блокировочных диодов.

Кроме того, для обеспечения нормальной работы звонков ТА приставки снабжены разрядной цепью. Ее задача — формирование второй полуволны тока через звонок в те полупериоды вызывно-

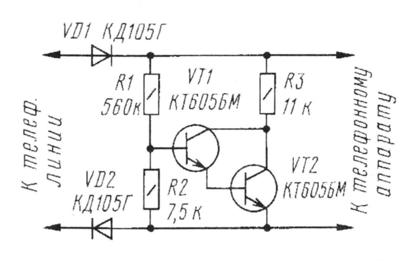


Рис. 3

го сигнала АТС, когда блокировочные диоды закрыты, т. е. конденсатор не может разрядиться из-за включенных диодов. Более подробно о работе приставок рассказано в книге Губренко И. М., Кучумов Е. В. "Телефонные аппараты и таксофоны" (Радио и Связь, 1989).

К сожалению, спаренные телефонные линии имеют множество недостатков. Один из них — пониженный уровень вызывного сигнала, из-за чего вызывные устройства некоторых ТА (особенно зарубежных) при спаренном включении могут не работать. Не лишены недостатков и узлы разрядки конденсатора в цепи звонка. На мой взгляд, в этом основная причина неработоспособности большинства электронных вызывных устройств ТА, так как они имеют более высокое сопротивление в сравнении с электромеханическими.

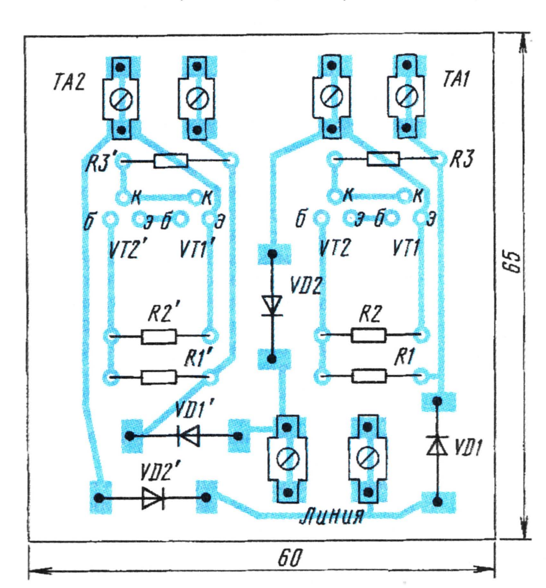


Рис. 4

На страницах радиолюбительских журналов и в Интернете неоднократно говорилось об этой проблеме. В частности, предлагалось, например, установить специальные дополнительные устройства, но они не просто усложнят подключение к ним ТА, но и приведут к ослаблению сигнала, а иногда окажутся совсем неработоспособными в реальных условиях. А цены на некоторые из них достигают 10 долларов!

Между тем оказалось, что одни и те же приставки на разных АТС "ведут себя" по-разному, поэтому приставку следует настроить на конкретную АТС. Именно по этому поводу хотелось бы поделиться своими соображениями с читателями журнала "Радио" и дать несколько, как мне кажется, полезных советов.

Во-первых, если у вас установлена приставка ПДТ-1, то ее нужно заменить, так как настройка этого устройства слишком трудоемка (подбор транзистора). В этом случае рекомендую удалить из снятой приставки все детали (кроме диодов) и навесным монтажом собрать новую по любой из типовых схем, показанных на рис. 2 и 3.

Во-вторых, резистор R3 по схеме на рис. 3 должен иметь сопротивление 24 кОм, как и по схеме на рис. 2. Не следует применять резисторы сопротивлением ниже 18 кОм, ибо это может привести к сбоям на некоторых АТС.

Мною было изготовлено устройство, содержащее на одной печатной плате две идентичные приставки, собранные по схеме ПДТ-3. Чертеж печатной платы показан на **рис. 4**. Для подключения к устройству на плате установлены металлические контактные скобы с винтом посередине (от старых ТА).

В устройстве применены транзисторы КТ940А, резисторы МЛТ-0,5 и диоды КД105Г, под них и рассчитана печатная плата. Новое устройство установлено вместо двух приставок ПДТ-1.

В приставках ПДТ-2 лучше работают транзисторы КТ605БМ.

Для настройки потребуется вольтметр. Прежде всего измерьте напряжение вашей телефонной линии. Затем временно вместо резистора R2 подключите переменный сопротивлением 20...30 кОм, установив его движок в положение минимального сопротивления. После этого подайте на вход приставки постоянное напряжение на 3...5 В выше ранее измеренного на телефонной линии. Теперь подключите вольтметр к выходу приставки и, медленно вращая движок переменного резистора, следите за показаниями вольтметра. Необходимо найти такое положение, при котором показания вольтметра начнут уменьшаться. Зафиксируйте это положение переменного резистора, отсоедините его и измерьте получившееся сопротивление. Остается лишь вместо переменного резистора впаять постоянный такого же сопротивления.

***Примечание редакции**. Указанные устройства можно применять только в автономных системах связи. Для подключения к телефонным сетям общего пользования необходимо получение сертификата.*

E-mail: phone@paguo.ru
тел. 208-28-38

АЛГОРИТМ БЫСТРОЙ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ

Б. ГРИГОРЬЕВ, г. Москва

Безопасная быстрая зарядка никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов требует соблюдения определенных условий. В этой статье рассказано об алгоритме, который используется в специализированной микросхеме MAX713. Приведенная информация может быть полезна при изготовлении самодельных "интеллектуальных" зарядных устройств.

Сегодня наиболее надежным методом определения момента полной зарядки никель-кадмиевых (Ni-Cd) и никель-металлгидридных (Ni-MH) аккумуляторов признан метод, при котором отслеживают изменение во времени напряжения на заряжаемом аккумуляторе. В его основе лежит тот факт, что напряжение на исправных Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторах (независимо от их исходного состояния) в процессе зарядки достигает некоторого максимума, а затем несколько уменьшается. Установлено, что именно этот момент и соответствует полной зарядке. Таким образом, измеряя напряжение на аккумуляторе и обнаружив, что оно начало уменьшаться, можно прекращать зарядку.

Следует подчеркнуть, что в момент измерения зарядное устройство должно быть отключено от аккумулятора. Этот метод положен в основу работы специализированной микросхемы MAX713 фирмы MAXIM. На ее основе можно изготовить устройства, которые позволяют заряжать током, численно равным 4C (C — емкость аккумулятора), батареи, содержащие до 16 Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторов. Таким током батарею (или аккумулятор) можно зарядить всего за двадцать две минуты!

На **рис. 1** приведена зависимость напряжения V на Ni-Cd аккумуляторе от времени t для режима зарядки током C, а на **рис. 2** — током C/2. Эти данные получены в соответствии с алгоритмом зарядки, заложенным в микросхему MAX713 — прекращение зарядки при смене знака изменения напряжения на аккумуляторе. Зарядное устройство прекратило зарядку в момент $t_{оз}$, когда уменьшение напряжения (по сравнению с максимумом) превысило некоторое значение. Графики T на этих рисунках иллюстрируют изменение температуры аккумулятора в процессе зарядки. Этот параметр также является объективным, и его можно использовать для определения момента прекращения зарядки. Но из-за ненадежности теплового контакта терморезистора с аккумулятором такой метод используют очень редко. Рис. 1 и 2 иллюстрируют процесс зарядки аккумуляторов, которые исходно были "нормально разряжены" (напряжение на аккумуляторе — не менее 0,9 В). **Рис. 3** иллюстрирует попытку через 5 мин вновь зарядить свежезаряженный аккумулятор. Видно, что метод "работает" и в этом случае.

Из графиков, которые приведены на рис. 1—3, можно сделать один важный вывод — напряжение, соответствующее оптимальной зарядке, сильно зависит от зарядного тока и исходного состояния аккумулятора. А это означает, что зарядные устройства, прекращающие зарядку по достижению некоторого напряжения на аккумуляторе (их немало описано в радиолюбительской литературе), в принципе, неспособны оптимально его зарядить. Не говоря уже о проблемах, которые может создать неисправный аккумулятор, напряжение на котором в процессе зарядки не достигает контрольного значения.

Рис. 1

Рис. 3

Рис. 2

На **рис. 4** показано изменение зарядного тока в процессе зарядки по описанной выше методике. Зарядка начинается в момент $t_н$, когда начинает протекать зарядный ток $I_{зар}$. Через интервалы времени $t_{кон}$ — $t_{изм}$ зарядное устройство отключается на время $t_{изм}$, когда происходит контрольное измерение текущего напряжения на аккумуляторе. В момент $t_{оз}$ зарядка прекращается, а точнее, устройство переводится в режим дозарядки током $I_{ост}$, который аккумулятор может выдерживать длительное время без выхода из строя.

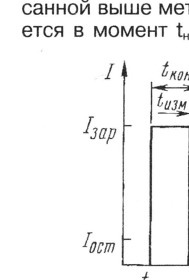


Рис. 4

Естественно, возникает вопрос, как часто надо измерять напряжение на аккумуляторе и какой должна быть разрешающая способность вольтметра. Первый параметр зависит от тока зарядки. В микросхеме MAX713 его программируют косвенным образом. По выбранному току зарядки при программировании режима работы микросхемы устанавливается время, через которое она будет прекращена, независимо от того, начало или нет уменьшаться напряжение на аккумуляторе (см. статью "Интеллектуальное" зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов" в "Радио" № 1 за 2001 г. на с. 72). Это обеспечивает безопасную работу зарядного устройства, даже если к нему будет подключен неисправный аккумулятор. При программировании времени зарядки автоматически устанавливаются оптимальный период контроля $t_{кон}$ и, кроме того, ток дозарядки $I_{ост}$. Стандартные для микросхемы MAX713 значения времени зарядки $t_{зар}$ и зарядного тока $I_{зар}$ (в долях от емкости аккумулятора) и соответствующие им значения периода контроля $t_{кон}$ и тока дозарядки $I_{ост}$ (в долях от $I_{зар}$) приведены в **таблице**.

Время $t_{изм}$ определяется циклом измерения используемого аналого-цифрового преобразователя (цифрового вольтметра). В микросхеме MAX713 оно составляет 5 мс.

Абсолютное значение уменьшения напряжения на аккумуляторе после достижения максимума небольшое — около 10 мВ (здесь и далее все значения приведены на один аккумулятор). Это определяет требования к разрешающей способности аналого-цифрового преобразователя. В микросхеме MAX713 прекращение зарядки происходит, как только напряжение уменьшится на 2,5 мВ.

$t_{зар}$, мин	$I_{зар}$	$t_{кон}$, с	$I_{ост}$
264	C/4	168	1/8
180	C/3	168	1/8
132	C/2	84	1/16
90	C/1,5	84	1/16
66	C	42	1/32
45	1,5C	42	1/32
32	2C	21	1/64
22	4C	21	1/64

Производить быструю зарядку сильно разряженных аккумуляторов опасно, поэтому в микросхеме предусмотрена соответствующая защита. Если напряжение на аккумуляторе меньше 0,4 В, то режим быстрой зарядки не включается, а идет предварительная зарядка слабым током. Как только напряжение возрастет до безопасного значения, устройство перейдет в режим быстрой зарядки. Есть в микросхеме и еще одна защита. Если напряжение на заряжаемом аккумуляторе превысит 1,65 В, то зарядка прекращается независимо от установленных параметров.

Подробную информацию о микросхеме MAX713 можно найти на сайте фирмы-производителя <**http: //www.maxim-ic.com**>. ■

E-mail: power@paguo.ru тел. 207-89-00

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ ОТ АНОМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СЕТИ

И. КОРОТКОВ, п. Буча Киевской обл., Украина

Взяться за разработку этого автомата, как сообщил редакции автор, заставил случай. Однажды, когда напряжение в сети упало до 150 В, в домашнем холодильнике сгорел электродвигатель компрессора. Его замена обошлась в кругленькую сумму. Чтобы подобное не повторилось, он и решил изготовить устройство, описанное ниже.

Предлагаемый автомат предназначен для защиты бытовых приборов, постоянно включенных в сеть (холодильников, телевизоров, видеомагнитофонов и др.) от аномальных напряжений в ней. Он отключает нагрузку, если напряжение выходит за безопасные для приборов границы, а также при его бросках и провалах. Когда же напряжение возвращается в заданные пределы, нагрузка автоматически подключается к сети примерно через 2 мин.

Принципиальная схема автомата изображена на **рис. 1**. Устройство содержит два компаратора (микросхема DA3), элемент ИЛИ-НЕ (DD1.2), таймер (DA4), электронное реле (DD1.4, VT2, K1), звуковой сигнализатор отключения нагрузки (DD2, VT3, BF1) и два индикатора: нормального напряжения сети (VT1, HL2) и восстановления его после отключения нагрузки (DD1.1, HL1), вызванного выходом напряжения за установленные пределы.

Контроль напряжения сети осуществляется через обмотку II трансформатора T1. Постоянное напряжение, выпрямленное диодным мостом VD1, поступает на делитель, состоящий из резисторов R1 и R3. Через резистор R2 часть напряжения подается на неинвертирующий вход компаратора DA3.1, а через резистор R4 — на инвертирующий вход DA3.2. Первый компаратор контролирует верхнюю границу напряжения, второй — нижнюю. Образцовые напряжения снимаются с делителей R5R6 и R7R8, подключенных к выходу стабилизатора DA2.

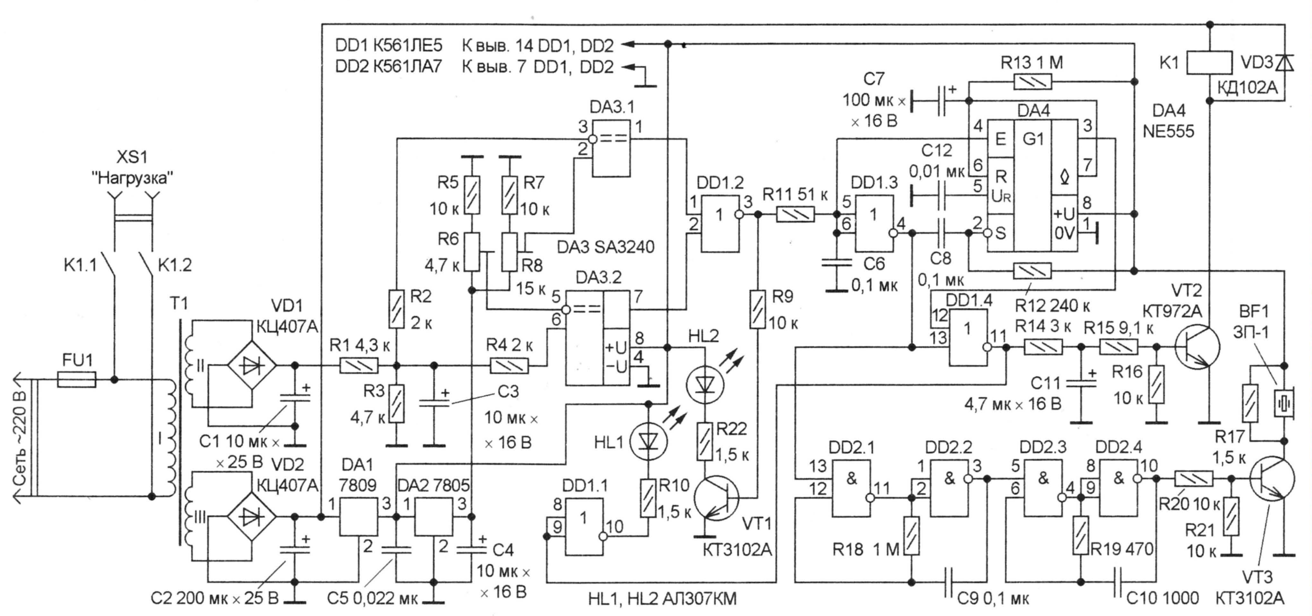
При включении устройства в сеть с нормальным напряжением (т. е. не выходящим за установленные пределы) на выходах обоих компараторов и соединенных с ними входах элемента ИЛИ-НЕ DD1.2 устанавливается низкий уровень, а на выходе этого элемента и выводе 4 таймера DA4 — высокий, что разрешает формирование импульса задержки включения (при этом горит светодиод HL2). По окончании импульса, когда на выводе 3 таймера устанавливается низкий уровень, на выходе элемента DD1.4 появляется напряжение лог. 1, транзистор VT2 открывается и срабатывает реле K1. Своими контактами оно подключает нагрузку к сети. Одновременно зажигается светодиод HL1, подключенный к выходу элемента DD1.1

Как только напряжение сети выйдет за допустимые пределы, изменится напряжение на делителе R1R3, и в зависимости от того, больше оно стало или меньше, сработает один из компараторов. При этом на его выходе появится напряжение с уровнем лог. 1, на выходе элемента DD1.2 высокий уровень сменится низким (погаснет светодиод HL2), а на входе (вывод 13) элемента DD1.4 установится уровень лог. 1, из-за чего его выходное напряжение понизится до лог. 0. В результате транзистор VT2 закроется, реле K1 отпустит и его контакты отключат нагрузку от сети (при этом погаснет и светодиод HL1). Даже если напряжение в сети сразу восстановится, нагрузка все равно подключится к сети только после окончания импульса таймера. Это сделано для того, чтобы не было быстрых включений—выключений при каких-либо бросках напряжения в электросети.

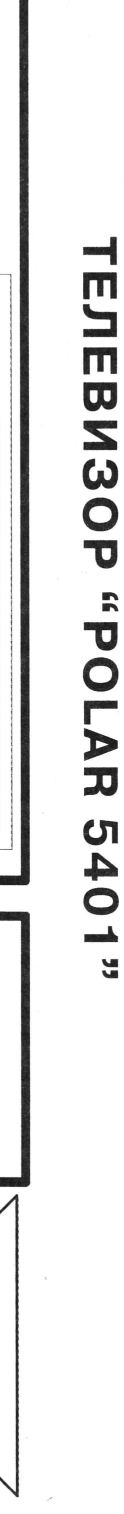
Питается устройство стабилизированным напряжением 9 В, снимаемым с выхода интегрального стабилизатора DA1 (обмотка реле подключена непосредственно к выходу мостового выпрямителя VD2).

При выходе напряжения сети за допустимые пределы уровень лог. 1 устанавливается на верхнем (по схеме) входе элемента DD2.1 и мультивибратор, собранный на этом элементе и на DD2.2, начинает вырабатывать импульсы, следующие с частотой несколько герц. В результате периодически запускается мультивибратор на элементах DD2.3, DD2.4 и пьезоэлектрический излучатель BF1, включенный в коллекторную цепь транзистора VT3, начинает издавать прерывистый звуковой сигнал. Если такая сигнализация не нужна, устройство можно упростить, исключив микросхему DD2, транзистор VT3 и все относящиеся к ним детали. Также не обязательно ставить транзистор VT1 и светодиод HL2. Они служат для облегчения настройки.

Все детали устройства, кроме трансформатора T1, реле K1, излучателя BF1 и светодиодов HL1, HL2, монтируют на печатной плате, чертеж которой показан на **рис. 2**. Конденсаторы C1, C2—C4, C7, C11 —любые оксидные с однонаправленными выводами, остальные — керамические для поверхностного монтажа (например, C0805). В таком же исполнении должны быть и все постоянные резисторы (например, R0805; их, как и конденсаторы, припаивают непосредственно к пе-



(Окончание см. на с. 42)



A1 Schematic diagram CHASSIS S52R

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ ОТ АНОМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СЕТИ

Окончание. Начало см.на с.39

чатным проводникам со стороны, противоположной той, на которой установлены микросхемы). Подстроечные резисторы — СП2-2ВБ. Конечно, допустимо применение малогабаритных резисторов и конденсаторов любых других типов, но это потребует доработки платы в части конфигурации печатных проводников.

Вместо NE555 в устройстве можно использовать таймер КР1006ВИ1, а вместо SA3240 — сдвоенный ОУ КР1040УД1 или два операционных усилителя, способных работать при однополярном напряжении питания 9 В (например, К157УД2, К157УД3 и т. п.). Стабилизаторы DA1 и DA2 — любые интегральные с выходными напряжениями соответственно 9...12 (например, КР142ЕН8А) и 5...6 В (например, серии КР142ЕН5).

Сетевой трансформатор Т1 — практически любой с одной обмоткой (III) на 15...18 В, а второй (II) — на 3...15 В. При этом надо будет только подобрать резисторы R1 и R3 таким образом, чтобы напряжение в точке их соединения стало равным примерно 3,5 В. Потребляемый устройством ток невелик, поэтому, выбирая трансформатор, нужно учитывать лишь рабочий ток реле. Последнее может быть любым с напряжением срабатывания 15...18 В и контактами, способными коммутировать нагрузку, например, РКС3 исполнения РС4.501.200 (сопротивление обмотки — 157...192 Ом, ток срабатывания — 87 мА).

Налаживание устройства сводится к установке образцовых напряжений на входах компараторов. Проще всего это сделать с помощью регулируемого автотрансформатора (например, ЛАТРа) и авометра, переключенного в режим измерения переменного напряжения на пределе 250...300 В. Вначале, установив движок подстроечного резистора R6 в верхнее (по схеме) положение, а R8 — в нижнее, подают от автотрансформатора на вход устройства напряжение 200 В и перемещают движок резистора R6 до тех пор, пока не погаснет светодиод HL1 и не раздастся звуковой сигнал. Затем устанавливают напряжение 250 В и повторяют процедуру, но уже с помощью резистора R8. На этом настройка заканчивается.

В заключение устанавливают на выходе автотрансформатора напряжение 220 В и проверяют работу устройства при допустимом напряжении сети. Через 2 мин после включения, если напряжение остается неизменным, должно сработать реле K1 и засветиться светодиод HL2. Время срабатывания таймера легко изменить, подобрав резистор R13 или конденсатор С7. ■

Рис. 2

СИМИСТОРНЫЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ

А. МЕЖЛУМЯН, г. Москва

В "Радио" уже было опубликовано немало описаний симисторных регуляторов мощности. В предлагаемой вниманию читателей статье рассказывается о конструкции регулятора, позволяющей не только регулировать, но и стабилизировать выходное напряжение, а соответственно, и мощность на постоянной нагрузке.

Максимальное выходное напряжение описываемого симисторного регулятора практически равно входному, а минимальное — примерно 40 В (действующее значение). Интервал регулирования выходного напряжения можно уменьшить изменением номиналов используемых элементов. Максимальный ток нагрузки определяется только параметрами применяемого симистора.

Схема устройства приведена на **рис. 1**. Регулятор содержит симистор, узел временной (фазовой) задержки, цепь обратной связи и узел питания. В состав цепи обратной связи входят полевой транзистор VT3, резистивный делитель напряжения R5R8R16R17, диод VD6 и интегрирующее звено R9C5. Узел временной задержки выполнен на микросхеме DD1 и представляет собой одновибратор с управляемой длительностью генерируемого импульса. Узел питания включает сетевой трансформатор Т1, мостовой выпрямитель VD1, сглаживающий конденсатор С1 и стабилизатор напряжения на микросхеме DA1. Кроме того, в этот узел входит еще и формирователь импульсов запуска одновибратора. Фронт этих импульсов несколько опережает момент перехода сетевого напряжения через нуль, что позволяет получить практически нулевую задержку включения симистора, поэтому в устройстве максимальное выходное напряжение в первом приближении можно считать равным входному.

Работу устройства поясняют временные диаграммы, приведенные на **рис. 2**. С резистора R1 нагрузки мостового выпрямителя (точка А) выпрямленное напряжение поступает на усилитель-ограничитель на транзисторе VT1. Сформированные на его коллекторе (точка В) импульсы отрицательной относительно общего провода полярности через дифференцирующую цепь C3R4VD3 подаются на вход запуска одновибратора (точка С). С выхода одновибратора (точка D) импульсы через дифференцирующую цепь C7R13 поступают на базу транзистора VT4, управляющего работой симистора. В результате по спаду выходного импульса одновибратора формируются импульсы включения симистора (точка Е). Как известно, длительность генерируемого одновибратором импульса определяет постоянная времени RC-цепи: при фиксированной емкости конденсатора она будет зависеть от сопротивления резистора. Вместо времязадающего резистора применен полевой транзистор VT3, сопротивление канала которого изменяется в зависимости от напряжения на его затворе.

При увеличении выходного напряжения регулятора возрастает и напряжение на затворе транзистора VT3, закрывающее его, что приводит к увеличению задержки формирования импульса одновибратором и более позднему открыванию симистора. В результате действующее значение выходного напряжения остается постоянным. Выходное напряжение регулируют переменным резистором R16. Минимальная и мак-

E-mail: power@paguo.ru тел. 207-89-00

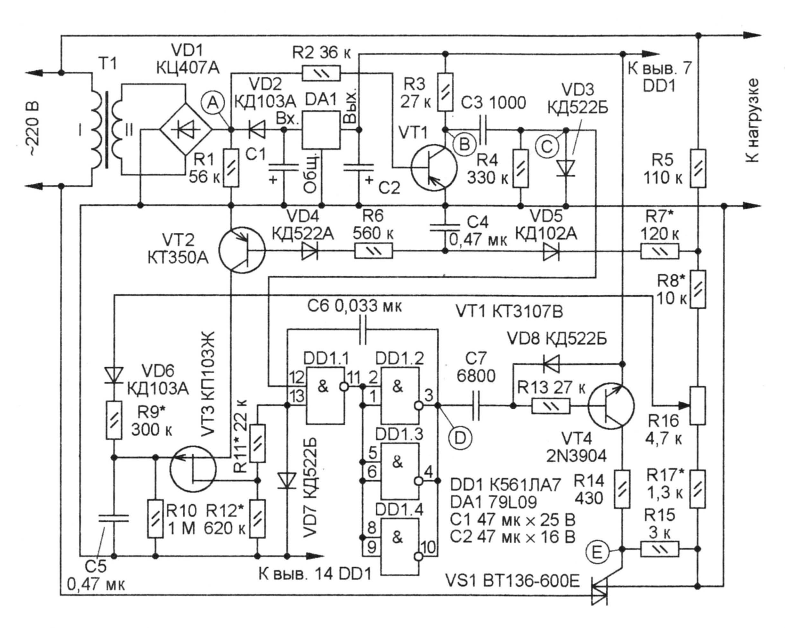


Рис. 1

симальная длительность импульсов одновибратора ограничена сопротивлением резисторов R11 и R12 соответственно. На диаграммах рис. 2 показана форма выходного напряжения устройства при разной длительности генерируемых одновибратором импульсов.

В момент включения регулятора конденсатор C5 разряжен, длительность формируемого импульса минимальна и на выходе происходит резкое увеличение напряжения, после чего устройство переходит в рабочий режим стабилизации напряжения. Начальный бросок напряжения в ряде случаев нежелателен, "мягкий" запуск, конечно, более удобен. Однако сам принцип построения обратной связи не позволяет решить эту задачу применяемыми в обычных тиристорных регуляторах простыми средствами, а вводить дополнительный узел плавного запуска, соизмеримый по сложности со всем регулятором, явно нецелесообразно. По этой причине применен компромиссный вариант — в устройство введена цепь задержки включения симистора, позволяющая уменьшить начальный бросок напряжения. Цепь задержки состоит из резисторов R6, R7, диодов VD4, VD5, конденсатора C4 и транзистора VT2. Ее работа очевидна и особых пояснений не требует. В тех случаях, когда начальный бросок выходного напряжения не представляет опасности, вышеуказанные элементы можно не устанавливать, соединив исток полевого транзистора с общим проводом.

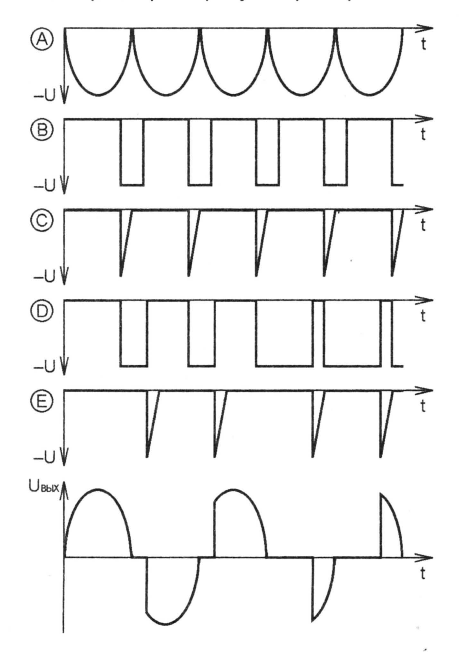


Рис. 2

Налаживание регулятора сводится к подбору резисторов R11 и R12, устанавливающих максимальное и минимальное выходное напряжение. Сначала, замкнув резистор R12, устанавливают максимальное напряжение подбором резистора R11. А затем подбором резистора R12 — минимальное напряжение. Эту операцию проводят при отключенном транзисторе VT3. Затем подключают полевой транзистор и подбором резисторов R8 и R17 устанавливают требуемые пределы изменения выходного напряжения, а подбором резистора R9 — максимальный коэффициент стабилизации. Следует учитывать, что эти регулировки взаимозависимые, поэтому их придется повторить несколько раз до получения нужного результата. Измерять выходное напряжение необходимо вольтметром только электромагнитной или тепловой системы, поскольку только они дают правильные показания действующего значения напряжения.

В устройстве применен импортный симистор в пластмассовом корпусе с допустимым током 6 А, когда он установлен на теплоотводе, и 0,8 А — без теплоотвода. Возможно применение и других импортных или отечественных приборов, например, КУ208Г в металлическом или пластмассовом корпусе. Симистор выбирают исходя из требуемого тока нагрузки. Кроме основных параметров — напряжения и тока — импортные симисторы разбраковывают также по значению тока управления. У симисторов группы 600Е ток управления не превышает 20 мА. У большинства отечественных симисторов серии КУ208 он, как правило, несколько больше, но из-за отсутствия разбраковки по этому параметру в справочниках указывают наихудшее значение. В устройстве можно использовать симистор и с большим током управления. Однако в этом случае необходимо соответственно уменьшить сопротивление резистора R14.

Транзисторы VT1, VT2, VT4 — любые маломощные соответствующей структуры. Полевой транзистор заменим на 2П103Б. На месте микросхемы К561ЛА7 можно использовать К176ЛА7. Оксидные конденсаторы C1, C2 — К50-16, К50-35 или аналогичные импортные. Времязадающий конденсатор C6 — К73-17, К73-11 или подобный. Остальные конденсаторы — керамические. Переменный резистор R16 должен быть с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка (группа А). Трансформатор — любой малогабаритный, например, от блока питания микрокалькулятора, мощностью 2...5 Вт, с напряжением на вторичной обмотке 12...15 В.

Поскольку регулятор гальванически связан с сетью, при монтаже и налаживании устройства следует соблюдать осторожность для предотвращения возможности поражения электрическим током. ■

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

ПРИСТАВКА К ЦИФРОВОМУ МУЛЬТИМЕТРУ

Н. ГЕРЦЕН, г. Березники Пермской обл.

В статье описана простая приставка к мультиметру, позволяющая измерять частоту вращения коленчатого вала бензинового двигателя и угол замкнутого состояния контактов прерывателя.

Многие радиолюбители используют недорогие цифровые мультиметры М-830В, М-832 и им подобные. В журнале "Радио" уже были описаны различные приставки к этому прибору, позволяющие расширить его функциональные возможности. Я предлагаю описание еще одной приставки, которая поможет быстро оценить такие важные показатели работы системы зажигания двигателя автомобиля, как частота вращения коленчатого вала и угол разомкнутого (легко пересчитываемого в угол замкнутого) состояния контактов прерывателя.

В основу приставки положен популярный в прошлом "Прибор автолюбителя" М. Затуловского ("Радио", 1981, № 2, с. 21, 22). Принципиальная схема приставки показана на **рис. 1**. Для работы с ней мультиметр устанавливают в режим вольтметра со шкалой на 2000 мВ.

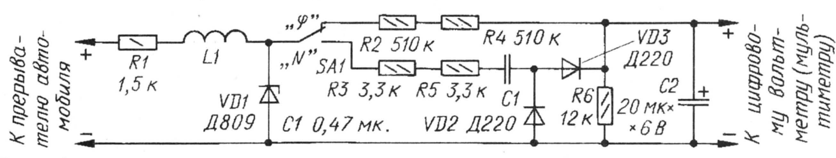


Рис. 1

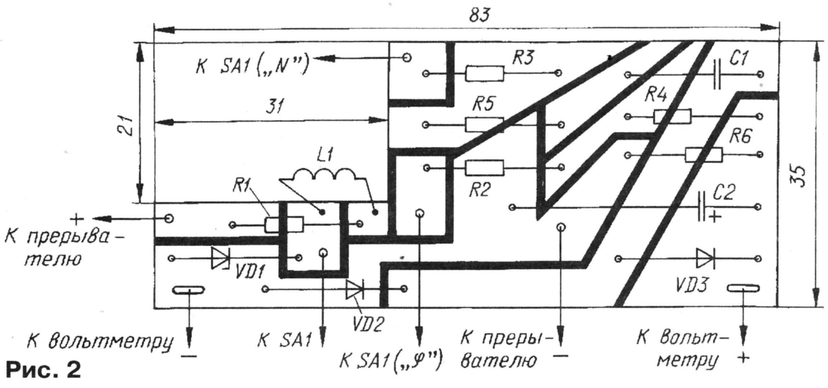


Рис. 2

В положении "N" переключателя SA1 прибор измеряет частоту следования импульсов на выводах первичной обмотки катушки зажигания. При каждом размыкании контактов прерывателя конденсатор C1 через резисторы R3, R5, диод VD3 и резистор R6 заряжается до напряжения стабилизации стабилитрона VD1, а при каждом их замыкании он разряжается через резисторы R5, R3, катушку L1, резистор R1, замкнутые контакты прерывателя и диод VD2.

Падение напряжения на резисторе R6 в каждом цикле зарядки конденсатора C1 заряжает конденсатор C2 до напряжения, пропорционального частоте размыкания (замыкания) контактов прерывателя.

Как известно, частота N вращения коленчатого вала в мин$^{-1}$ и частота f размыкания контактов прерывателя в Гц связаны между собой зависимостью $N = 120f/z$, где z — число цилиндров двигателя.

Таким образом, показание прибора прямо пропорционально частоте размыкания контактов прерывателя, а значит, и частоте вращения коленчатого вала. Катушка L1 препятствует проникновению в прибор высокочастотных колебаний тока самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания, что повышает точность измерения.

В положении "φ" переключателя SA1 прибор измеряет угол разомкнутого состояния контактов прерывателя, т. е. угол поворота кулачка прерывателя от момента размыкания контактов до момента их последующего замыкания. В инструкции по регулировке прерывателя обычно задают угол замкнутого состояния контактов α (угол ЗСК). Угол (в градусах) разомкнутого состояния контактов φ и угол ЗСК α связаны простым выражением: $\alpha + \varphi = 360/z$ или для четырехцилиндрового двигателя — $\alpha = 90 - \varphi$.

При размыкании и замыкании контактов прерывателя на вход прибора поступают прямоугольные импульсы с высоковольтными выбросами на плюсовых перепадах (в момент формирования искры). Стабилитрон VD1 ограничивает их амплитуду. Импульсный ток протекает через резисторы R2, R4, R6. Падение напряжения на резисторе R6 усредняет конденсатор C2. Это напряжение $U_{ср}$, которое связано прямо пропорциональной и близкой к линейной зависимостью со значением угла φ прерывателя, поступает на цифровой вольтметр.

Детали приставки смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы представлен на **рис. 2**. Плата изготовлена методом резания. Черным цветом на ней обозначены места, где фольга удалена.

Использование двух пар резисторов R2, R4 и R3, R5 продиктовано только соображениями удобства их точной подборки. Вместо постоянных резисторов R4, R5 могут быть использованы подстроечные, с номиналами на 10...20 % превышающими указанные на схеме. Конденсатор C1 — К73-9, C2 — К50-12. Переключатель SA1 — любой малогабаритный тумблер.

Катушка L1 использована готовая от звонка телефонного аппарата, снятая с магнитопровода, но ее можно намотать самостоятельно на картонном каркасе сечением примерно 12×8 мм с боковыми щеками размерами 21×21 мм, расстояние между щеками — 26 мм. Обмотка содержит 10 000 витков провода ПЭВ-2 0,08, ее сопротивление постоянному току — около 1700 Ом. Выводы катушки припаяны к проводникам платы со стороны печати.

Вид на монтаж одного из вариантов приставки (крышка снята) показан на **рис. 3**.

Для налаживания приставки переключатель SA1 сначала устанавливают в положение "N". К выходу прибора подключают мультиметр, включенный вольтметром со шкалой "2000 mV". На вход приставки подают переменное напряжение 12...14 В частотой 50 Гц и подбирают резисторы R3 и R5 такими, чтобы мультиметр показал 1500 мВ.

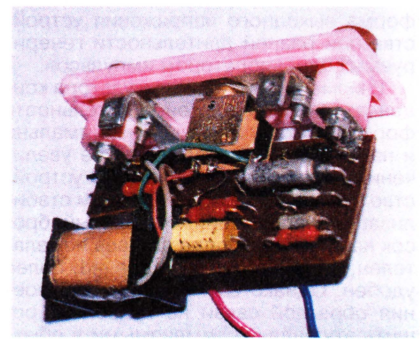


Рис. 3

После этого переключатель SA1 переводят в положение "φ". На вход приставки подают постоянное напряжение 12...14 В и подбирают резисторы R2 и R4 до показания мультиметра 360/z мВ (для четырехцилиндрового двигателя — 90 мВ).

Таким образом, показание прибора при каждом измерении численно равно измеряемому значению. Так, например, если в положении "φ" переключателя прибор показывает 35 мВ, то это означает, что угол разомкнутого состояния контактов равен 35 град. Значит, угол ЗСК равен: $\alpha = 90 - 35 = 55$ град.

Мультиметр без приставки позволит оценить степень загрязненности контактов прерывателя и исправность его конденсатора, исправность реле-регулятора, ток зарядки батареи аккумуляторов и др. Все это превращает мультиметр с описанной приставкой в универсальный малогабаритный цифровой прибор автолюбителя. ■

ИНДИКАТОРЫ ПЕРЕГОРАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.

Описанная в статье доработка блока предохранителей, установленных в автомобиле, поможет сразу обнаруживать тот из них, который либо перегорел, либо в его цепи нарушился контакт.

Неисправности в электрооборудовании автомобилей после длительной их эксплуатации возникают довольно часто. Одна из них — обесточивание какого-либо потребителя тока. Не все автолюбители начинают поиск неисправности с проверки целостности соответствующего плавкого предохранителя и надежности его крепления в пружинных контактах—держателях. А это ведет к бесполезной трате сил и времени при ремонте.

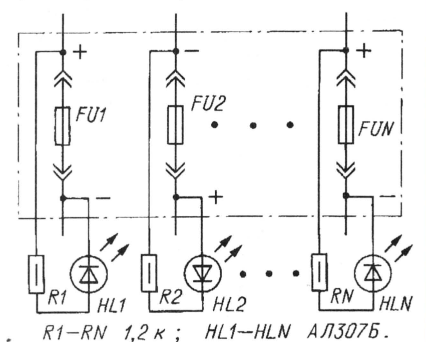
Предохранители — их может быть более десятка — чаще всего собраны в блок и установлены под панелью приборов или под капотом автомобиля. Блок обычно закрыт крышкой.

Для облегчения поиска перегоревшего предохранителя, а значит, и определения причины выхода его из строя предлагаю дополнить блок светодиодными индикаторами (см. **схему**). Параллельно каждому предохранителю FU1—FUN включают сигнальные цепи R1HL1—RNHLN. Припаивать резисторы и светодиоды лучше всего непосредственно к пружинным контактам—держателям предохранителей.

Пока предохранитель цел, падение напряжения на нем практически равно нулю и светодиод обесточен. С момента перегорания предохранителя к сигнальной цепи приложено напряжение, равное напряжению бортовой сети, и светодиод включается. Ток в сигнальной цепи не превышает 10 мА.

Следует иметь в виду, что полярность напряжения на предохранителях реально может быть различной, что необходимо учитывать, припаивая светодиод (на схеме показан такой случай). Неверно подключенный светодиод может при перегорании "своего" предохранителя выйти из строя.

В крышке блока над каждым из предохранителей надо просверлить отверстие диаметром чуть более диаметра корпуса светодиода с тем, чтобы при установке крышки на место светодиоды расположились каждый в своем отверстии. Резисторы в этом индикаторе выбраны значительно мощнее, чем требуется. Причина в том, что их толстые выводы позволяют обеспечить минимально необходимую механическую жесткость припаянных сигнальных цепей. При отсутствии крышки на блоке свето-



диоды размещают в соответствующем порядке в любом удобном месте вблизи предохранителей. ■

СЕТЕВЫЕ НАВОДКИ: ПРИРОДА, ЗАЩИТА ПРИБОРОВ КМОП

А. МЕЖЛУМЯН, г. Москва

Нередки случаи — и это могут подтвердить многие радиолюбители, — когда в только что собранном устройстве оказываются неисправными полевые транзисторы с изолированным затвором или микросхемы структуры КМОП. Причиной подобной неприятности, наряду со статическим электричеством, могут стать сетевые наводки. Автор этой статьи знакомит с их источниками, механизмом действия, предлагает способы защиты.

Заметим, что все сказанное здесь не отменяет мер по борьбе со статическим электричеством, а скорее, дополняет их.

Наводки, и сетевые в том числе, относятся, к сожалению, к самой "темной" области радиоэлектроники и часто внушают почти мистический страх даже квалифицированным специалистам. Среди главных причин этого можно назвать случайность паразитных емкостей, через которые проникают сетевые наводки, поскольку даже в конкретной обстановке интенсивность наводок может значительно изменяться при изменении положения объектов.

В этих условиях обычный количественный анализ не годится и приходится ограничиться проведением лишь качественного анализа, в котором рассматривают возможные соотношения паразитных емкостей и их предельные значения. Целесообразность подробного рассмотрения действия наводок обусловлена и тем, что они проявляются не только при монтаже полевых транзисторов с изолированным затвором.

В обычной однофазной электросети почти всегда один провод фазный (в просторечии "фаза"), а другой — нулевой (соединенный с заземлением). Заземление в большой степени является физической абстракцией, поскольку предполагает, что земные породы обладают идеальной проводимостью, а провод заземления имеет пренебрежимо малые активное сопротивление и индуктивность.

В большинстве реальных случаев потенциал нулевого провода отличается от потенциала труб водопровода и отопления, которые по строительным нормам должны быть заземленными (трубы газопровода категорически запрещено использовать для заземления) и в домашних условиях обычно используют для соединения с землей. В силу технических причин зануление (соединение с нулевым проводом сети) по качеству заземления хуже, чем соединение с трубопроводом, и поэтому пользоваться им не следует. В дальнейшем условимся под соединением с "землей" подразумевать подключение к трубе отопления.

Ручной монтаж и пайку выполняет человек, поэтому рассмотрим, какое место он занимает в системе "фаза"—земля. Это интересно еще и тем, что позволяет понять суть некоторых "загадочных" явлений, не связанных с монтажом.

С точки зрения физики человек представляет собой массивное проводящее тело E1, обладающее емкостью как относительно "фазы" $C_ф$, так и относительно земли $C_з$, как показано на **рис. 1**. Значения емкости этих "конденсаторов", конечно, случайны, так как зависят от ряда факторов — конфигурации электропроводки и "земли" в помещении, расстояния от них до человека и др. Но емкость $C_з$ практически всегда будет больше,

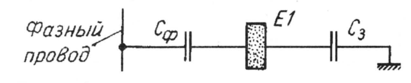


Рис. 1

чем $C_ф$. Оно и понятно, ведь $C_ф$ — это емкость относительно фазного провода электропроводки, а $C_з$ — емкость относительно нулевого провода и всех так или иначе связанных с "землей" проводящих предметов, а на нижних этажах здания добавляется и непосредственно емкость относительно земли.

С емкостью $C_з$ хорошо "знакомы" все электрики — именно через нее протекает ток, зажигающий неоновую лампу в пробнике электромонтера. Благодаря емкости $C_ф$ работают датчики касания (по недоразумению называемые "сенсорами"), основанные на сетевых наводках, поэтому для них важна фазировка подключения аппарата к сети. То, что $C_з$ больше $C_ф$, легко проверить экспериментально — зажечь неоновую лампу по цепи нулевой

провод—человек удается крайне редко, но более чувствительные ЖК индикаторы включаются практически всегда.

Чем же наводки опасны для полевого транзистора с изолированным затвором? Вспомним структуру транзистора (**рис. 2**). Основанием прибора служит подложка 1, выполненная из кремния со сравнительно слабым легированием. На ней сформирован тончайший слой диэлектрика 2 (например, нитрид кремния) с высоким удельным сопротивлением. Поверх диэлектрика нанесен проводящий слой кремния 3, образующий затвор.

Учитывая, что проводимость подложки несоизмеримо больше, чем диэлектрика, наличие или отсутствие канала для общего анализа несущественно

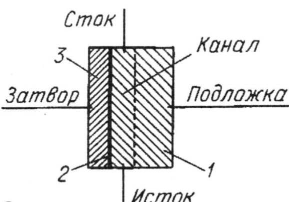


Рис. 2

и транзистор может быть представлен в виде конденсатора $C_т$, одна обкладка которого — затвор, а другая — подложка с выводами стока и истока. К тому же в электронных устройствах эти выводы по переменному току соединены через конденсаторы развязки и нагрузочные резисторы сравнительно небольшого сопротивления.

Все изложенное справедливо и для микросхем с полевыми транзисторами МОП. Следует только учесть, что для них конденсатор $C_т$ образуется цепью вход—общий провод узла, включающий провод питания.

Ввиду чрезвычайно малой толщины диэлектрического слоя транзистора напряжение пробоя изоляции такого конденсатора невелико и для некоторых приборов не превышает 20 В. Причин пробоя (до включения транзистора под рабочее напряжение), как правило, две — заряд статического электричества и наводки сетевого напряжения. В период освоения приборов в производстве, когда причины пробоя и его механизм были еще не изучены, применяли стандартный для электриков прием — "если не знаешь что делать, на всякий случай заземляй все подряд".

Рассматривать меры борьбы со статическим электричеством нет необходимости — тут все ясно: требуется просто уравнять потенциалы всех проводящих деталей, инструментов и самого транзистора, а также устранить возможные причины возникновения статических зарядов.

Более сложен вопрос о пробое наводкой сетевого напряжения. Из простейших мер защиты назовем отключение сетевого паяльника (вилкой из розетки) на время самой пайки. Этот способ абсолютно надежен, но не слишком удобен в работе.

Вообще же, формальное применение заземления может даже увеличить вероятность пробоя, если, конечно, это не заземление всего, что только можно. Во всяком случае, заземление паяльного стержня паяльника, применение низковольтных паяльников с питанием от понижающего трансформатора и даже заземление экрана между первичной и вторичной обмотками этого трансформатора не могут гарантировать защиту от пробоя.

На **рис. 3** изображена схема, поясняющая механизм проникновения сетевых наводок через паяльник. Напряжение фазного провода через емкость нагреватель—стержень $C_{нс}$ (фактически это еще и емкость нагреватель—корпус паяльника) попадает на транзистор $C_т$ и через емкость $C_о$ замыкается на "землю". $C_о$ — емкость общего про-

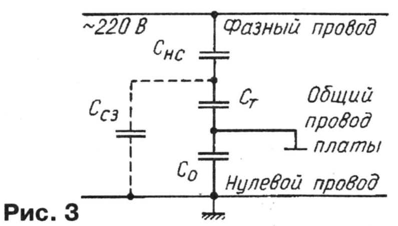


Рис. 3

вода монтируемого устройства, в том числе и провода питания, как уже отмечалось, на "землю". Емкость $C_{нс}$ может зависеть от "полярности" включения сетевой вилки, но эта разница для анализа несущественна. Измерить значение $C_{нс}$ несложно, однако реальной ценности полученные результаты не имеют, поскольку эта емкость различна не только для разных моделей паяльников, но и для конкретных экземпляров одной модели. Емкость $C_{сз}$ стержень—земля невелика и в анализе ее можно не учитывать.

Цепь, схема которой изображена на рис. 3, является конденсаторным делителем напряжения. В нем напряжение на конденсаторах обратно пропорционально их емкости. В этой цепи относительно стабильна только емкость $C_т$, ориентировочное значение которой можно найти в справочной литературе. Для маломощных транзисторов она находится в пределах 3...10 пФ.

Из рис. 3 видно, что если соединить общий провод устройства с "землей", пробой транзистора неминуем, поскольку $C_{нс} >> C_т$. Опасность пробоя резко возрастает и при касании рукой общего провода (например, если придерживать свободной рукой плату при пайке), поскольку к емкости $C_о$ добавляется в параллель не показанная на схеме рис. 3 емкость $C_з$.

Уменьшить опасность пробоя можно, "подключив человека" к точке А, как показано на **рис. 4,а**. Этот способ легко реализуем, но гарантии защиты не дает,

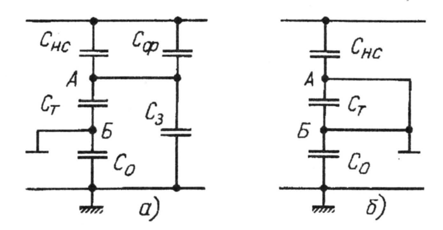


Рис. 4

поскольку для нее должно выполняться условие $C_з >> (C_{нс} + C_ф)$.

На первый взгляд, вопрос можно решить просто, соединив точку А с "землей". Но для сетевых паяльников это абсолютно недопустимо по соображениям электробезопасности. Да и тянуть провод "заземления" по всему помещению не очень удобно. Главное же — такой способ также не обеспечивает абсолютной защиты от пробоя. Причина заключается в существовании еще одной емкости между фазным и общим проводами (на схеме она не показана), а гарантировать, что эта емкость будет много меньше, чем $C_о$, естественно, нельзя.

Из сказанного следует, что пробой транзистора наводками сетевого напряжения (а по существу, сетевым напряжением) может произойти и без паяльника, если не соблюдать необходимых мер предосторожности. Но обычно в подобных случаях все списывают на статическое электричество. Для практики можно рекомендовать другой — простой и очень надежный — способ защиты транзистора. Нужно лишь соединить точки А (стержень паяльника) и Б (общий провод платы), как показано на **рис. 4,б**. В этом случае транзистор будет замкнут, а потому пробить его невозможно.

Этот способ легко реализовать практически, он не создает затруднений в работе. Важно лишь обеспечить надежный электрический контакт соединительного провода со стержнем паяльника (или его корпусом, если, конечно, он надежно соединен со стержнем). Длина соединительного провода должна быть минимальной, обеспечивающей лишь удобство работы. Наиболее удобен провод МГТФ, но подойдет и любой другой гибкий. Второй конец провода можно на время монтажа к общему проводу платы припаять, однако удобнее воспользоваться зажимом "крокодил".

Обилие разных конструкций паяльников не позволяет дать конкретные рекомендации по подключению защитного провода к паяльному стержню, остается только советовать выполнить соединение легкосъемным, чтобы оно не мешало при проведении обычной пайки. Единственное жесткое требование — из соображений электробезопасности человек и монтируемая плата не должны иметь контакта с "землей"!

Напомним общие правила монтажа устройств с приборами структуры МОП. Сначала устанавливают и распаивают все пассивные и биполярные радиоэлементы, а затем уже приборы МОП. Многие радиолюбители хранят транзистор с замкнутыми любым способом выводами. Если позволяют условия монтажа, желательно не снимать замыкателя до окончания монтажа устройства.

А почему все же оказывается эффективным "заземление всего подряд"? В этом случае неизбежно появляется перемычка А—Б, она и "работает". Все остальное значения не имеет.

Тем, кто захочет подробнее изучить механизм действия наводок, рекомендуем прочитать книгу Волина М. Л. "Паразитные связи и наводки". (М.: Советское радио, 1965). ■

E-mail: radio@paguo.ru
тел. 207-88-18

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМ СЕРИИ КР1446

ПОРОГОВЫЕ УСТРОЙСТВА

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В этой статье автор рассказывает о некоторых вариантах практического применения операционных усилителей серии КР1446. Справочные характеристики этих ОУ опубликованы в "Радио", 2001, № 1. В первой части статьи, помещенной ниже, рассмотрено построение пороговых устройств.

Микросхемы серии КР1446 — операционные усилители, изготовленные по технологии КМОП. Замечательная особенность этих ОУ — расширенные до напряжения источников питания допустимые пределы входного и выходного напряжения. Она позволяет, в частности, строить пороговые устройства, работающие при входном напряжении меняющейся полярности при однополярном питании ОУ.

На **рис. 1** показана схема простейшего преобразователя двуполярного сигнала, например синусоидального, в последовательность импульсов прямоугольной формы с амплитудой, равной напряжению однополярного источника питания. Резисторы R1 и диоды VD1 и VD2 защищают вход ОУ DA1 от перегрузки. Если входное напряжение не выходит за пределы –0,3 В... ($U_{пит}$ + 0,3 В), эти элементы можно не устанавливать, а если даже при перегрузке ток через резистор R1 не превышает нескольких миллиампер, можно ограничиться только этим резистором и диодами, встроенными в микросхему.

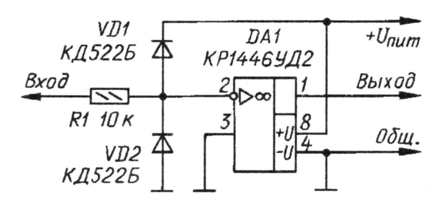


Рис. 1

Работа преобразователя была проверена с ОУ КР1446УД2 и КР1446УД5. При напряжении питания 5 В чувствительность устройства с первым из них до частоты 800 Гц равна примерно 25 мВ (эффективное значение), на частоте 4000 Гц входное напряжение, необходимое для получения полной амплитуды выходного сигнала, — 100 мВ, а на 5000 Гц и более начинается "завал" фронта и спада импульсов выходного напряжения. Интересно отметить, что крутизна фронта и спада не зависит от напряжения питания.

С ОУ КР1446УД5 чувствительность достигает 7,5 мВ до частоты 7 кГц, 25 мВ — до 30 кГц и 45 мВ — до 33 кГц. При напряжении питания 5 В длительность фронта и спада импульсов — около 6 мкс.

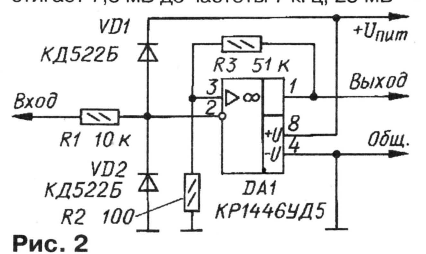


Рис. 2

Для работы формирователя, особенно в низкочастотной части полосы, полезен гистерезис напряжения. Вариант схемы преобразователя с гистерезисом изображен на **рис. 2**. Петля гистерезиса несимметрична относительно нуля, ее ширина — около 10 мВ (при напряжении питания 5 В). Чувствительность этого устройства с ОУ КР1446УД5 практически та же, что и предыдущего, причем на частоте 20...100 Гц она даже несколько лучше.

Для преобразователя по схеме рис. 1 входы ОУ взаимозаменяемы, а по схеме рис. 2 — нет.

На **рис. 3** представлена схема устройства, у которого порог можно регулировать от нуля до напряжения, превышающего напряжение питания и определяемого по формуле $U_{пор\ max} = U_{пит}$ (R1 + +R2)/R2. Этот преобразователь не имеет гистерезиса.

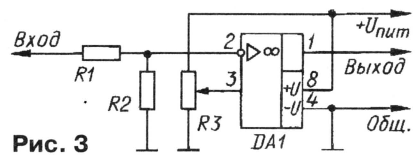


Рис. 3

Пороговое устройство по схеме **рис. 4** — гистерезисное. Его верхний $U_{пор.в}$ и нижний $U_{пор.н}$ пороги напряжения переключения имеют полярность, противоположную полярности источника питания, и могут быть рассчитаны по формулам: $U_{пор.в} = –U_{пит} \cdot R1/R2$; $U_{пор.н} = –U_{пит} \cdot R1(R2+R3)/(R2 \cdot R3)$. Ширина петли гистерезиса равна $U_г = U_{пит} \cdot R1/R3$.

Преобразователи, схемы которых показаны на рис. 3 и 4, обладают стабильностью порогов при изменении температуры и предоставляют возможность их точного расчета, что устройствам с ОУ на биполярных транзисторах вовсе не характерно.

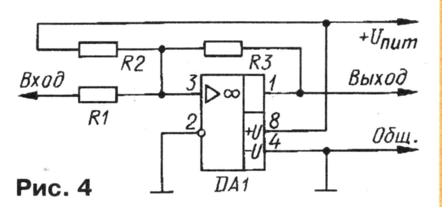


Рис. 4

Интересно отметить, что все описанные здесь устройства остаются абсолютно работоспособными при смене полярности напряжения питания (проводники к выводам 8 и 4 ОУ надо тоже поменять местами), пороговое напряжение в этом случае тоже поменяет знак. ■

E-mail: radio@paguo.ru
тел. 207-88-18

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БУРКОВ В. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕРМОМЕТР. — РАДИО, 2000, № 11, с. 34, 35.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы термометра показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали,

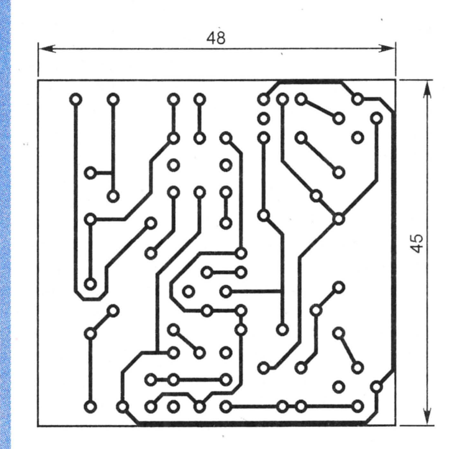
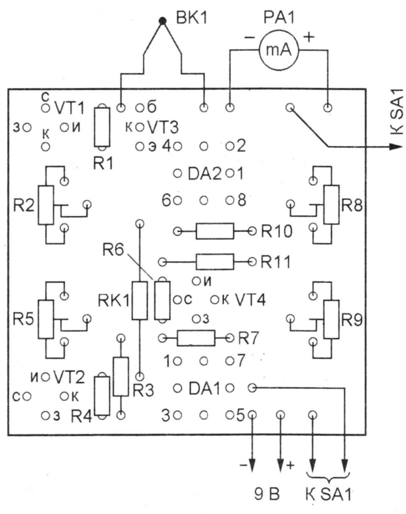


Рис. 1

кроме термопары ВК1, микроамперметра РА1, переключателя SA1 и выключателя SA2. Плата рассчитана на установку подстроечных резисторов СП5-2В и терморезистора RK1, изготовленного из провода ПЭВ-2 0,1 по описанию в статье. Постоянные резисторы — любые малогабаритные.

ПАНКРАТЬЕВ Д. УСТРОЙСТВО НАДЕЖНОГО ЗАПУСКА КОМПРЕССОРА ХОЛОДИЛЬНИКА. — РАДИО, 2001, № 3, с. 32.



Замена реле.

Кроме указанного в статье, в устройстве допустимо использовать реле РЭС34 исполнения РС4.524.370-02 (сопротивление обмотки — 102...138 Ом, ток срабатывания — 47 мА), РЭС48 — РС4.590.202 (85...115 Ом, 52 мА), РЭС90 — ЯЛ4.550.000-04, ЯЛ4.550.000-05 (144...176 Ом, 40 мА).

ВИНОГРАДОВ Ю. РАДИАЦИОННЫЙ ИНДИКАТОР "СТОРОЖ-Р". — РАДИО, 1994, № 1, с. 12, 13.

Замена микросхемы К176ЛП1.

При отсутствии К176ЛП1 узел световой сигнализации можно выполнить на ОУ с малым энергопотреблением К140УД1208 (**рис. 2**; нумерация дета-

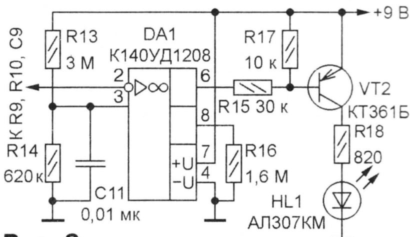


Рис. 2

лей продолжает начатую на рис. 1 в статье). Транзистор VT2 — любой кремниевый структуры p-n-p со статическим коэффициентом передачи тока базы более 50. В качестве индикатора желательно использовать светодиод красного свечения повышенной яркости (АЛ307КМ, КИПМ01А и т. п.). Резистор R18 подбирают в пределах 820 Ом...2,4 кОм по достаточно заметному свечению индикатора при минимальном токе. ■

НАШИМ АВТОРАМ

По многочисленным просьбам напоминаем основные правила оформления статей, направляемых в журнал "Радио" для публикации.

К рассмотрению принимаются материалы, напечатанные на машинке, принтере (через 2 интервала) или разборчиво написанные от руки.

Описание устройства начинайте с рассказа о его назначении и области применения, достоинствах и недостатках, обязательно отметьте отличия от подобных конструкций, уже описанных в литературе (укажите автора книги, название, издательство, год выхода в свет, автора и название журнальной статьи, название журнала, год, номер, страницы).

Далее следует привести основные технические характеристики, описать в достаточном объеме принцип действия устройства и его узлов. Для повторения конструкции радиолюбителями в описании надо привести все необходимые сведения о деталях и узлах: намоточные данные (провод, число витков, способ намотки, ее длину и шаг), размеры каркаса и тип подстроечника или магнитопровода катушек, дросселей и трансформаторов. Указать статический коэффициент передачи тока транзисторов, тип и номер паспорта (исполнения) электромагнитных реле; особые требования к отдельным узлам. Приведите наименования узлов и блоков промышленных изделий, возможную замену примененных диодов, транзисторов, микросхем, дефицитных радиодеталей других видов.

К описанию вашей конструкции желательно приложить чертеж печатной платы с установкой на ней деталей, поясняющих фотографий. В конце статьи расскажите о конструкции устройства, его налаживании, особенностях эксплуатации. Иллюстрации (схемы, чертежи, фотографии) и таблицы в текст помещать не следует. Они прилагаются отдельно, а в том месте текста, где иллюстрации или таблицы упоминаются в первый раз, на левом поле листа надо сделать пометки: "Рис. 1", "Табл. 1", фото и т. д.

На схеме устройства вход располагайте слева, а выход — справа. Условные графические обозначения элементов и их размеры приведены в "Радио" № 10—12 за 1997 г. ("Азбука радиосхем").

Желающие могут прислать подготовленные материалы в электронном виде — по электронной почте (адреса электронной почты есть на полях журнальных страниц) или на дискетах 3,5", отформатированных в стандарте IBM PC. Текст может быть либо в формате MS Word (кодовая страница 1251), либо в формате "текст DOS" (кодовая страница 866).

Не следует включать в текст иллюстрации (рисунки, таблицы и пр.), они должны быть в ОТДЕЛЬНЫХ ФАЙЛАХ или на отдельных страницах. В тексте в нужном месте сделайте ссылку на рисунок, указав имя файла с этим рисунком.

Графические материалы нужно выполнять с учетом требований по разрешению: в масштабе 1:1 разрешение должно быть 300 dpi (300 точек на дюйм). Имеет значение и формат — допустимы форматы TIFF, BMP, PCX. Иллюстрации в других форматах (AI, pCAD, OrCAD, AutoCAD и т.п.) мы использовать не сможем. Если рисунок выполнен с использованием пакета CorelDraw!, действует еще одно правило: все шрифты должны быть в кривых.

Настоятельно рекомендуем в именах файлов использовать латинские символы и ограничивать длину имени восемью символами.

При отправке статьи электронной почтой направляйте материалы только в виде присоединенного файла (attachment). Некоторые почтовые серверы ограничивают максимальный размер присоединенного файла, в случае превышения его вам придется послать не одно, а несколько писем, к каждому из которых будет присоединен свой файл. Укажите, как их объединить. В наименованиях файлов используйте только латинские символы. Пересылайте материалы в архивированном виде (лучше всего ZIP).

Авторам опубликованных статей выплачивается авторский гонорар, в среднем 600 руб. за одну журнальную полосу.

Желаем успехов!

E-mail: consult@paguo.ru тел. 207-89-00

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МАЛОШУМЯЩИЙ ОУ КР1407УД2

Операционный усилитель КР1407УД2 предназначен для применения в электронной аппаратуре широкого применения. Микросхемы выполнены в прямоугольном пластмассовом корпусе 2101.8-1 (DIP-8). Чертеж корпуса показан на **рис. 1**. Масса — не более 1 г. Зарубежный функциональный аналог — LM4250.

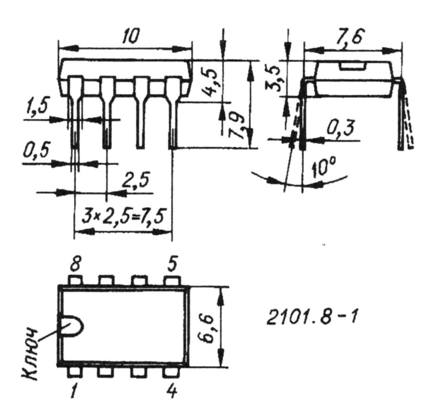


Рис. 1

Цоколевка усилителя: выв. 1 и 5 — выводы для подключения цепей смещения "нуля"; выв. 2 — инвертирующий вход; выв. 3 — неинвертирующий вход; выв. 4 — минусовой вывод питания; выв. 6 — выход; выв. 7 — плюсовой вывод питания; выв. 8 — вход сигнала управления.

Напряжение питания — двуполярное, 2×12 В. Допускается несимметричное питание при условии непревышения суммарного допустимого значения напряжения. Вообще говоря, ОУ вполне устойчив в работе и в большинстве случаев применения частотной коррекции не требует. Если же она необходима, корректирующие элементы можно подключать к выводам смещения "нуля" (выводы 1 и 5).

Основные электрические характеристики*

Коэффициент усиления напряжения, не менее, при выходном напряжении 2×5 В и температуре
- +25 °С . . . . .5×10^4
- −60 и +85 °С . . . . .2×10^4

Максимальное выходное напряжение, В, не менее, при сопротивлении нагрузки не менее 100 кОм и температуре −60...+85°С . . . $|U_{пит\,ном}|-2$

Напряжение смещения "нуля", мВ, не более, при температуре
- +25 °С .5
- −60 и +85 °С 10

Нормированное напряжение шума, нВ/√Гц, не более, при частоте сигнала 100 Гц**, нулевом выходном сопротивлении источника сигнала, коэффициенте усиления в пределах 50…100 и температуре 25 °С 15

Наибольшая скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс, не менее, при выходном напряжении 2×5 В, коэффициенте усиления 50 и температуре 25 °С 0,5

Входной ток, нА, не более, при температуре
- +25 °С 150
- −60 и +85 °С 300

Разность значений входного тока инвертирующего и неинвертирующего входов, нА, не более, при температуре 25 °С 50

Потребляемый ток, мкА, не более, при температуре 25 °С 100

Частота единичного усиления, МГц, не менее, при входном напряжении 50…100 мВ и температуре 25 °С 3

Коэффициент ослабления синфазного входного напряжения, дБ, не менее, при синфазном напряжении 2×5 В и температуре 25 °С 70

---

* При напряжении питания 2×12 В, если не указано иного значения, и токе управления 4 мкА.

** При измерении этого параметра на выходе ОУ включают полосовой фильтр на 100 Гц с полосой пропускания 10 Гц.

Предельные эксплуатационные значения

Наибольшее напряжение питания, В . . . . .2×13,2

Наименьшее напряжение питания, В . . . . .2×10,8

Наибольшее синфазное входное напряжение, В 5

Наименьшее сопротивление нагрузки, кОм 2

Наибольшее входное переменное напряжение, В 2,5

Интервал температуры окружающей среды, °С . . . . .−60...+85

На **рис. 2—4** показаны типовые схемы цепей управления ОУ. Микросхемы КР1407УД2 и LM4250 можно считать аналогами только при включении по схеме рис. 2. При включении по схемам рис. 3 и 4 направление тока управления этих микросхем противоположно.

Узел по схеме рис. 4 позволяет оперативно регулировать ток управления ОУ изменением базового тока транзистора VT1. В качестве элемента управления можно использовать и полевой транзистор.

От тока управления зависят многие характеристики ОУ. На рис. 5—7 представлены в функции тока управления $I_{упр}$, норми...анное напряже-

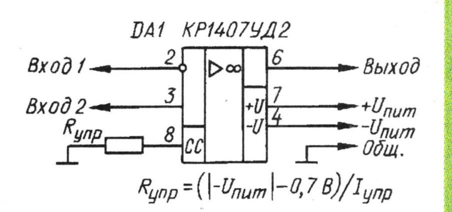


Рис. 2

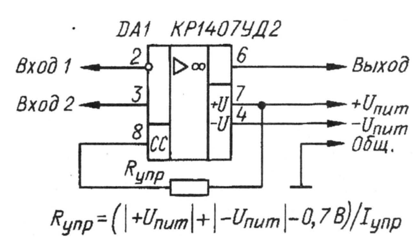


Рис. 3

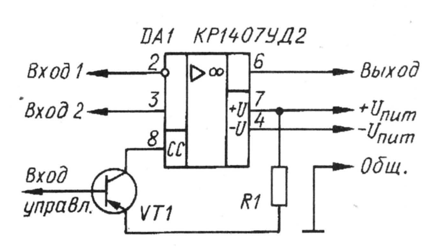


Рис. 4

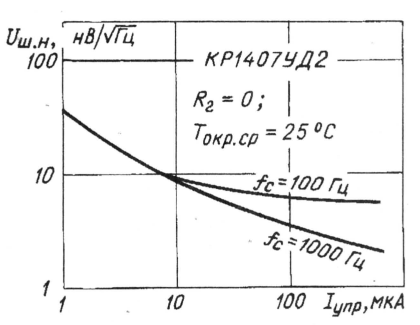


Рис. 5

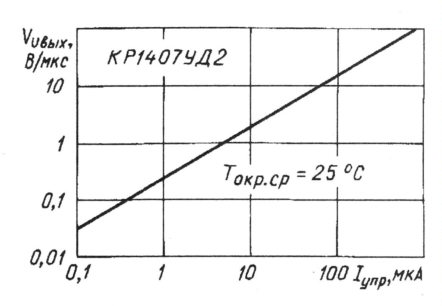


Рис. 6

E-mail: inform@paguo.ru
тел. 207-88-18

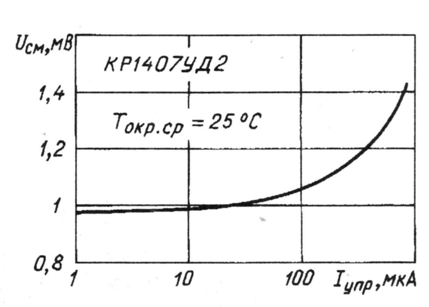


Рис. 7

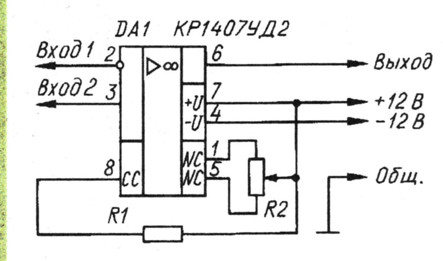


Рис. 8

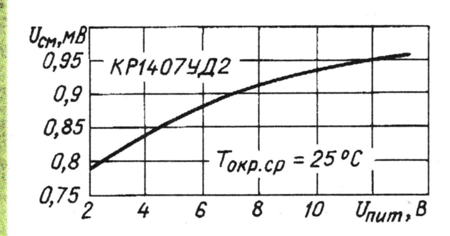


Рис. 9

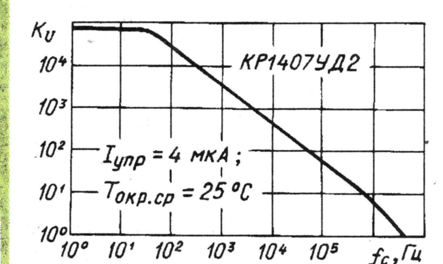


Рис. 10

ние шума $U_{ш.н}$, скорость нарастания выходного напряжения $V_{Uвых}$ и напряжения смещения $U_{см}$ ОУ соответственно.

Для установки нулевого смещения по входам между выводами 1 и 5 включают переменный резистор R1 (см. схему на **рис. 8**), а на движок подают напряжение плюсового плеча источника питания. Сопротивление этого резистора в общем случае может быть примерно равно сопротивлению резистора $R_{упр}$.

На **рис. 9** показана зависимость напряжения смещения от напряжения питания (одного плеча), а на **рис. 10** — коэффициента усиления ОУ по напряжению от частоты сигнала.

Практические схемы применения ОУ в устройствах различного назначения изображены на **рис. 11—13**. Схема дифференциального усилителя с коэффициентом усиления 5 представлена на рис. 11. Резистивные делители R1R4 и R2R3 определяют коэффициент усиления по входам. Узел усиливает только дифференциальную составляющую входного сигнала, независимо от уровня напряжения на входах.

Рис. 11

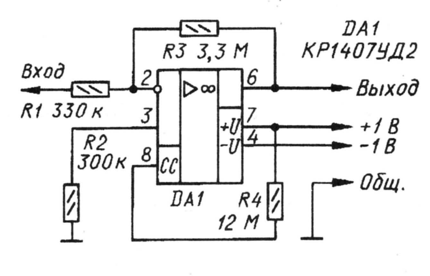


Рис. 12

Микромощный усилитель — потребляемая им мощность равна примерно 500 нВт (см. схему на рис. 12) — имеет коэффициент усиления 10. Резистор R2 "привязывает" усилитель к уровню общего провода, относительно которого отсчитывается напряжение выходного сигнала.

Малую рассеиваемую микросхемой мощность предопределяет низкое напряжение питания. Несмотря на то что в паспорте ОУ указаны довольно узкие пределы этого напряжения — 2×10,8...2×13,2 В, он способен удовлетворительно работать и при повышенном до 2×15 В напряжении питания, и при пониженном до 2×1 В, наиболее удобном для радиолюбительского применения.

На рис. 13 представлена схема наноамперметра со шкалой на 100 нА, "плавающим" входом и потребляемой мощностью, не превышающей 2 мкВт. Диоды VD1, VD2 защищают прибор от перегрузки по входу. Микроамперметр PA1 — на ток полного отклонения стрелки 100 мкА с внутренним сопротивлением 2 кОм.

Перед измерением тока необходимо сначала резистором R4 прибора установить стрелку микроамперметра PA1 на нулевую отметку шкалы, а затем, пропуская через входные зажимы прибора образцовый ток 100 нА, резистором R5 установить стрелку на конечную отметку.

В тех случаях, когда операционному усилителю требуется дополнительная устойчивость работы (особенно это актуально для ОУ с высокой частотой единичного усиления, когда его используют при малых значениях коэффициента усиления — менее 10), обычно используют стандартные RC-цепи. Чаще всего резистор, соединяющий инвертирующий вход ОУ с выходом, шунтируют корректирующим конденсатором емкостью 20...100 пФ или конденсатором емкостью 10...20 пФ соединяют с выходом вывод 5. Эти меры уменьшают частоту единичного усиления ОУ и исключают возникновение ВЧ самовозбуждения. Они действенны также в устройствах с низким напряжением питания ОУ.

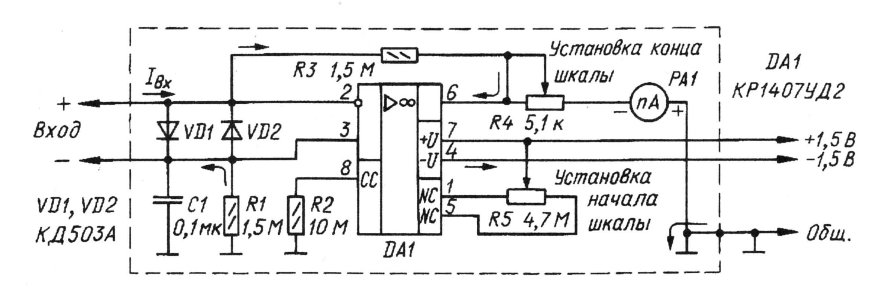


Рис. 13

Если операционный усилитель не охвачен отрицательной ОС (а работает, например, в цепи последовательно соединенных ОУ и ОС введена с выхода последнего на вход первого), используют последовательную RC-цепь, подключенную к входам. Емкость корректирующего конденсатора — 500...5000 пФ, сопротивление резистора — 51...510 Ом. Эффективно и подключение такого конденсатора емкостью 500...5000 пФ к выводам 1 и 5 ОУ.

Материал подготовил
С. КОНОВАЛОВ
г. Брянск

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЕ—ЧАСТОТА—НАПРЯЖЕНИЕ КР1108ПП1 И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Преобразователи напряжение—частота — наиболее дешевое средство преобразования сигналов для многоканальных систем ввода аналоговой информации в ЭВМ, обеспечивающее высокую помехозащищенность и простоту гальванической развязки. Подобные приборы — отличное решение для задач измерения усредненных параметров, расхода, а также генерирования и модуляции частоты.

Преобразователи напряжение—частота (ПНЧ) относятся к классу интегрирующих преобразователей, поэтому обладают соответствующими достоинствами: хорошей точностью при минимальном числе необходимых прецизионных компонентов, низкой стоимостью, высокой помехоустойчивостью, малой чувствительностью к изменениям питающего напряжения, отсутствием дифференциальной нелинейности.

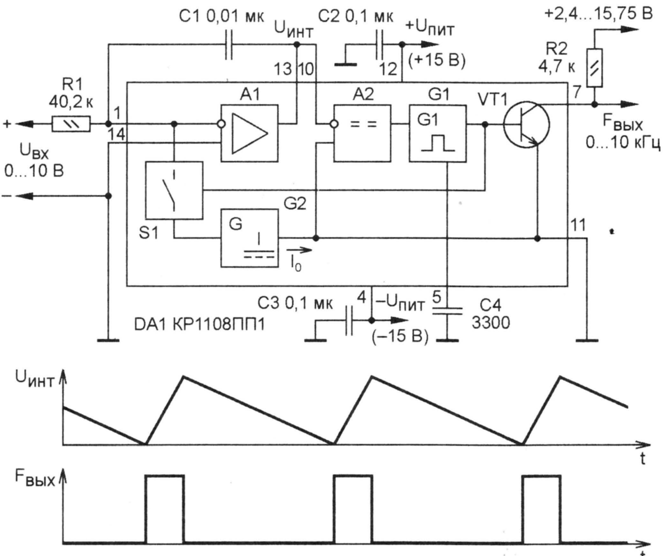


Рис. 1

ПНЧ преобразуют входное напряжение в выходное импульсное соответствующей частоты, которое можно передавать на большое расстояние без искажения информационного параметра — частоты. Второй этап аналого-цифрового преобразования — частота—код — осуществляется подсчетом импульсов за фиксированный интервал времени, т. е. усреднением. Если этот интервал сделать кратным периоду основной помехи (20 мс), то она подавляется полностью. Это свойство особенно полезно для измерения "зашумленных" низкоуровневых сигналов, например, ЭДС термопары.

В интегральных микросхемах ПНЧ применен метод интегрирования входного сигнала с импульсной компенсацией заряда интегрирующего конденсатора. Для получения высокой точности и стабильности преобразования необходимо обеспечить постоянство произведения амплитуды на длительность (вольт-секундной площади) импульса обратной связи.

Отечественная промышленность выпускает микросхемы КР1108ПП1 и КР1108ПП1Б [1]. Их зарубежные аналоги, совместимые по выводам — ADVFC32 фирмы Analog Devices, VFC32 и VFC320 фирмы Burr-Brown. Упрощенная функциональная типовая схема включения такого ПНЧ и форма сигналов в характерных точках показаны на **рис. 1**. Микросхема включает в себя усилитель A1, компаратор A2, одновибратор G1, источник G2 стабильного тока I_0, аналоговый коммутатор S1 и выходной транзистор VT1. Для построения ПНЧ микросхему следует дополнить двумя конденсаторами C1, C4 и двумя резисторами R1, R2. Элементы R1, C1, A1 образуют интегратор. Конденсатор C4 задает длительность импульса одновибратора $\tau = k \cdot C4$, где k определяется характеристиками микросхемы (в VFC32 I_0 = 1 мА, k = 75 кОм). Импульсы тока I_0 уравновешивают входной ток, управляемый напряжением $U_{вх}$: $T \cdot U_{вх}/R1 = k \cdot C4 \cdot I_0$. Откуда $F = 1/T = U_{вх}/(k \cdot I_0 \cdot R1 \cdot C4)$.

Из этой формулы следует, что стабильность характеристики преобразования ПНЧ зависит от стабильности внешних элементов R1, C4 и внутренних параметров k, I_0 микросхемы. Кроме того, для обеспечения высокой линейности преобразования конденсатор C1 необходимо выбирать с малым током утечки и малым коэффициентом диэлектрической абсорбции (полипропиленовый, полистирольный, поликарбонатный).

Максимальный входной ток принимают равным $0{,}25 I_0$, а резистор R1 устанавливает входной интервал напряжения от 0 до $U_{вх\,max} = 0{,}25 I_0 \cdot R1$.

ПНЧ содержит выходную ступень с открытым коллектором. Ее напряжение питания выбирают из условия согласования с последующими цифровыми цепями. Допустимый ток выходного транзистора достаточен для управления светодиодом оптрона или обмоткой импульсного трансформатора в узлах гальванической развязки аналоговых входов. Выходная ступень содержит узел защиты от замыкания на источник питания, подключенный к резистору R2. Максимальный выходной ток низкого уровня не превышает 12 мА.

С помощью рассматриваемого ПНЧ можно преобразовывать напряжение отрицательной полярности, но для этого следует изменить подключение входных цепей (**рис. 2**). Иными словами, прямое преобразование биполярных сигналов не предусмотрено.

При увеличении интервала изменения выходной частоты все заметнее проявляется конечное время переключения аналоговых ключей, что выражается в интегральной нелинейности преобразования. Ее минимальное значение (0,01 %) достигается в узком интервале частот 0...10 кГц. При расширении преде-

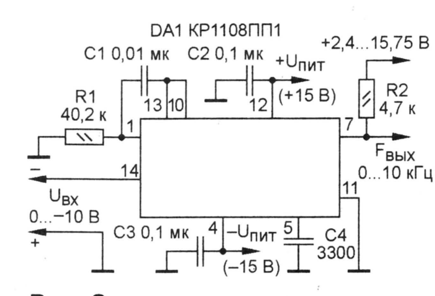


Рис. 2

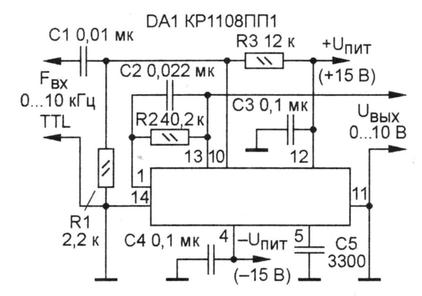


Рис. 3

E-mail: inform@paguo.ru
тел. 207-88-18

Параметр, размерность	КР1108ПП1	КР1108ПП1Б	Температура, °С
Двуполярное напряжение питания, В	15 ±5%	15 ±5%	25
Потребляемый ток по каждому плечу источника питания, мА	6	6	25
	7	7	–10
			70
Напряжение смещения нуля на входе (по модулю), мВ	4	4	25
	8	8	–10
			70
Выходное напряжение низкого уровня, мВ	400	400	25
Входной ток смещения нуля неинвертирующего входа, нА	150	150	25
	250	250	–10
	150	150	70
Входной ток смещения нуля инвертирующего входа (по модулю), нА	60	60	25
	100	100	–10
	60	60	70
Нелинейность АЦП в интервале 0...10 кГц	10^{-4}	10^{-4}	25
	$1{,}75\cdot10^{-4}$	$2{,}5\cdot10^{-4}$	–10
			70
Нелинейность ЦАП в интервале 0...10 кГц	10^{-4}	10^{-4}	25
	$1{,}75\cdot10^{-4}$	$2{,}5\cdot10^{-4}$	–10
			70
Нелинейность АЦП в интервале 0...100 кГц	—	$5\cdot10^{-4}$	25
		—	–10
			70
Нелинейность ЦАП в интервале 0...100 кГц	—	$5\cdot10^{-4}$	25
		—	–10
			70
Погрешность в конечной точке характеристики преобразования (по модулю), % от номинального значения	10	10	25
			–10
			70

Примечание. Приведены максимальные значения параметров.

лов (0...100 кГц) нелинейность увеличивается до 0,05 %.

Подобные преобразователи удобно использовать совместно с микроконтроллерами, имеющими встроенные таймеры/счетчики. Для получения высокой точности преобразования необходимо проводить измерение не частоты выходных импульсов, а времени прохождения N импульсов. Тогда относительная погрешность преобразования, связанная с погрешностью измерения частоты, определяется формулой: $\Delta F = F_{вых}/(F_т\cdot N)$, где $F_{вых}$ — максимальная выходная частота; $F_т$ — частота тактовых импульсов частотомера.

Микросхему ПНЧ можно применять для обратного преобразования частота—напряжение (ПЧН). **Рис. 3** иллюстрирует включение микросхемы КР1108ПП1 для работы в режиме интегрирующего ЦАП, выходное напряжение которого пропорционально среднему значению частоты входного сигнала. ПЧН полезны в узлах гальванической развязки аналоговых сигналов, тахометрах, электроприводе, телеметрии. Выходной ток по аналоговому выходу (вывод 13) не должен превышать 10 мА.

Микросхему КР1108ПП1Б отечественная промышленность до 1997 г. не выпускала, и справочные сведения на нее из источников [2, 3] нельзя считать достоверными. В **таблице** приведены основные электрические параметры микросхем КР1108ПП1 и КР1108ПП1Б, выпуск которых начался после 1997 г.

Производитель и поставщик микросхем КР1108ПП1 и КР1108ПП1Б в России — ООО "РТК Импекс" (Москва). Тел. (095) 111-8977. Факс (095) 111-8979. E-mail<**rtkimpex@mtu-net.ru**>.

ЛИТЕРАТУРА

1. ООО "РТК Импекс". Микросхемы интегральные КР1108ПП1. Технические условия бк0.348.758ТУ/03, 1997.

2. **Нефедов А. В.** Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. Т. 8. — М.: РадиоСофт, 2000.

3. **Федорков Б. Г., Телец В. А.** Микросхемы АЦП и ЦАП: функционирование, параметры, применение. — М.: Энергоатомиздат, 1990.

РАДИО

начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@paguo.ru

"КРУГЛЫЙ СТОЛ" В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА

В начале лета редакция журнала "Радио" провела "круглый стол", в котором приняли участие начальник отдела Управления дополнительного образования Минобразования РФ А. В. Егорова, сотрудники журнала, руководители и педагоги учреждений дополнительного образования Москвы и Тулы. Тема встречи — объединение усилий редакции журнала "Радио", Минобразования РФ, его Центра технического творчества учащихся (ЦТТУ), а также активно работающих радиокружков в оказании помощи детским и молодежным организациям, занимающимся развитием радиолюбительства.

В своем выступлении А. В. Егорова рассказала об утвержденных межведомственных программах, увязывающих в единую цепочку все образовательные структуры: дошкольное — школьное — дополнительное — среднее и высшее образование. Введение этих программ в действие будет, в частности, способствовать развитию радиолюбительского творчества среди молодежи.

Педагог дополнительного образования, руководитель радиолаборатории клуба "Юность" А. П. Дронов, сообщил, что во многих радиокружках столицы, с которыми он поддерживает связь, есть свои оригинальные наработки. Руководители коллективов готовы представить их в "обменный фонд" для общего пользования, а в свою очередь, хотели бы познакомиться с материалами других коллективов.

За "круглым столом" в редакции журнала "Радио" (слева направо): А. В. Егорова (начальник отдела Управления дополнительного образования Минобразования РФ), В. И. Верютин (руководитель радиолаборатории ЦТТУ), Б. С. Иванов (ответственный редактор раздела "Радио" — начинающим"), Б. Г. Степанов (зам. главного редактора журнала "Радио"), В. В. Буланов (руководитель радиолаборатории Детского Центра технического творчества), А. П. Дронов (руководитель радиолаборатории клуба "Юность"), Ю. И. Разумов (заместитель директора Центра внешкольной работы "Красносельский").

Он также внес предложение о создании кустовой Интернет—сети, объединяющей учебные технические Центры Москвы, Санкт-Петербурга и регионов России на базе компьютерных классов в школах и учреждениях дополнительного образования.

Обмен данными через Интернет, создание библиотек "обменного фонда" позволят любому коллективу, даже находящемуся в глубинке, получать технические чертежи, описания конструкций и необходимую методическую литературу.

Б. Г. Степанов, зам. главного редактора журнала "Радио", сообщил о готовности редакции поддержать активизацию обмена информацией для начинающих радиолюбителей и руководителей радиокружков. Для этой цели на сайте журнала "Радио" запланирована отдельная страничка "Радио" — начинающим".

Туляк Л. Д. Пономарев высказал предложение помещать на упомянутом сайте материалы об организации рабочего места начинающего радиолюбителя и его усовершенствованиях, о ремонте радиоаппаратуры, о вестях из радиокружков с описаниями собранных в них радиоконструкций.

В. И. Верютин, руководитель радиолаборатории ЦТТУ, предложил организовать новый конкурс на разработку простого и весьма дешевого набора для начинающего радиолюбителя и обеспечить поставку его всем желающим.

Высказывались и другие пожелания, например, о возрождении журналом "Радио" весьма популярных в свое время "устных выпусков", организации тематических семинаров.

Несомненно, участники "круглого стола" будут прилагать усилия к осуществлению задуманного. Но хотелось бы заручиться поддержкой в этом деле наших читателей, а еще лучше — помощью и личным участием. Поэтому редакция обращается к организациям дополнительного образования, радиолюбителям и руководителям радиокружков с просьбой высказаться по поднятым вопросам, предложить свои варианты решений поставленных задач. ■

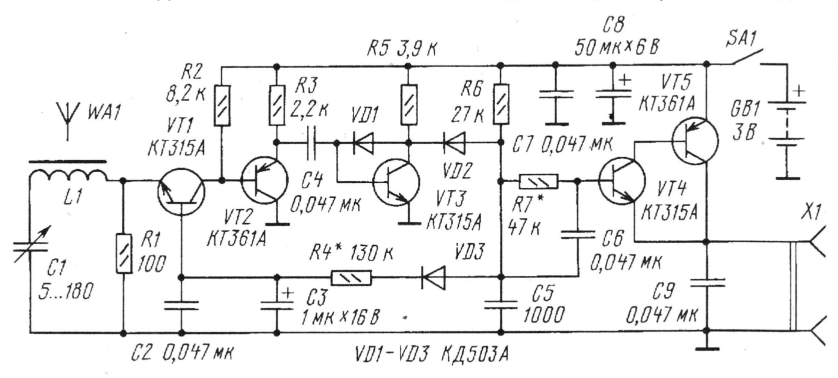
ЭКОНОМИЧНЫЙ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

Неослабевающий интерес начинающих радиолюбителей к постройке простых приемников прямого усиления заставил автора взяться за разработку еще одного экономичного средневолнового приемника, работающего на низкоомные головные телефоны. Естественно, что в конструкции использованы и прежние его разработки, в частности, чувствительный амплитудный детектор, описанный в "Радио", 1994, № 7, с. 10. Оказалось, что этот детектор позволяет достаточно просто ввести в усилитель радиочастоты (УРЧ) приемника систему автоматической регулировки усиления (АРУ), причем она действует лишь при достаточно сильных сигналах, т. е. получилась "АРУ с задержкой".

Прием ведется на магнитную антенну WA1 (см. **рисунок**). Входной контур образован катушкой L1 и конденсатором переменной емкости (КПЕ) C1. Поскольку в УРЧ приемника использованы биполярные транзисторы, заметно нагружающие входной контур, применена редко используемая схема последовательного подключения к контуру входа первого каскада, выполненного на транзисторе VT1 по схеме с общей базой (ОБ). Она же позволила отказаться от катушки связи.

Рассмотрим подробнее работу входной цепи. Как известно, входное сопротивление каскада с ОБ невелико и составляет десятки, максимум сотни Ом, увеличиваясь с уменьшением тока через транзистор. Включив это сопротивление r последовательно с входным контуром, получим его добротность, приближенно равную X/r, где X — реактивное сопротивление катушки или конденсатора контура (на резонансной частоте они равны). Собственным активным сопротивлением катушки пренебрегаем, поскольку при качественном изготовлении оно намного меньше r. При перестройке контура вверх по частоте реактивное сопротивление возрастает линейно и добротность Q увеличивается пропорционально частоте f.



В то же время полоса пропускания контура равна f/Q. Следовательно, она должна оставаться постоянной при перестройке по диапазону, что устраняет основной недостаток приемников прямого усиления — весьма узкую полосу пропускания на низкочастотном краю диапазона и излишне широкую — на высокочастотном.

Произведем ориентировочный расчет. На частоте 500 кГц емкость КПЕ максимальна (180 пФ) и его реактивное сопротивление составляет 1,7 кОм. Приняв входное сопротивление каскада вместе с параллельно подключенным резистором R1 r = 50 Ом, получаем Q = 35 и полосу пропускания 15 кГц. На высокочастотном краю диапазона частота возрастает втрое (1500 кГц), реактивное сопротивление — до 5 кОм, а добротность — до 100. При этом полоса пропускания остается прежней (15 кГц).

Чтобы это так и было в действительности, собственная (конструктивная) добротность контура, практически определяемая добротностью катушки, должна быть высокой, не менее 250. При недостаточной собственной добротности контура можно сохранить указанные зависимости, ослабляя связь с контуром при повышении частоты, чего можно добиться при шунтировании резистора R1 конденсатором, который подбирают при налаживании. Правда, это связано с некоторой потерей чувствительности на высокочастотном краю диапазона.

УРЧ приемника двухкаскадный, выполненный на транзисторах VT1, VT2 разной структуры, с непосредственной связью между каскадами по постоянному току. Основное усиление по напряжению обеспечивает первый каскад, второй включен эмиттерным повторителем и усиливает лишь ток сигнала. С выхода УРЧ сигнал поступает на амплитудный детектор, собранный на транзисторе VT3 и диодах VD1, VD2.

В отсутствие сигнала напряжение на коллекторе транзистора VT3 равно примерно 1 В, на базе — 0,5 В. Диод VD1 открыт небольшим током базы, т. е. рабочая точка находится на участке характеристики с максимальной кривизной, соответствующей пороговому напряжению кремниевых полупроводниковых приборов около 0,5 В.

Отрицательные полуволны входного сигнала не могут закрыть транзистор, поскольку этому препятствует возрастающий ток через диод VD1. Положительные полуволны открывают транзистор, и напряжение на его коллекторе падает. Диод закрывается, на коллекторе транзистора выделяются отрицательные полуволны продетектированного сигнала. Через диод VD2 фильтрующий конденсатор C5 разряжается этими полуволнами, и на выходе детектора появляется продетектированное напряжение.

В зависимости от амплитуды сигнала это напряжение уменьшается от 1,5 В (при отсутствии сигнала) до ~0,5 В (максимальный сигнал). С выхода детектора напряжение смещения подается через цепочку VD3R4 на транзисторы УРЧ. Диод VD3 "съедает" около 0,5 В, поэтому при максимальном сигнале ток смещения уменьшается практически до 0 и транзисторы УРЧ закрываются.

Так действует система АРУ, которая позволила отказаться от использования в приемнике регулятора громкости. Конденсаторы C2 и C3 фильтруют напряжение АРУ, замыкая звуковые частоты и пропуская к базе только постоянную составляющую. Необходимая емкость обеспечивается оксидным конденсатором C3, но поскольку он может иметь заметное сопротивление на высоких частотах, необходим еще и керамический конденсатор C2. Оба конденсатора можно заменить одним керамическим емкостью 0,15...0,68 мкФ.

Кроме уменьшения усиления, в данном устройстве происходит и еще одно благоприятное явление: входное сопротивление первого каскада УРЧ при сильных сигналах увеличивается, поскольку он закрывается и уменьшается ток эмиттера транзистора VT1. Это снижает добротность входного контура и расширяет его полосу пропускания, что полезно при приеме местных станций — улучшается воспроизведение высших частот звукового спектра.

Теперь рассмотрим вопрос об уровнях сигнала в различных местах радиочастотного тракта приемника. Не слишком мощная средневолновая радиостанция создает на расстоянии в несколько сотен километров напряжен-

ность поля примерно 10 мВ/м. Действующая высота магнитной антенны — около 0,01 м. В итоге во входном контуре действует напряжение сигнала, приблизительно равное 100 мкВ. Именно оно и будет приложено к эмиттеру первого транзистора УРЧ (напряжение на катушке L1 или на конденсаторе С1 в Q раз больше, но в данной разработке этот факт не используется). Коэффициент усиления первого транзистора по напряжению примерно 100, а второго — близок к единице. Значит, на детектор будет поступать напряжение сигнала около 10 мВ, чего вполне достаточно для его нормальной работы. Амплитуда продетектированного сигнала ЗЧ при этом достигает десятых долей вольта.

Для работы низкоомных телефонов такого напряжения вполне достаточно, а вот ток выхода детектора нужно значительно усилить. По этой причине усилитель ЗЧ выполнен по схеме составного эмиттерного повторителя на транзисторах VT3, VT4 разной структуры. Необходимый ток смещения получается не от источника питания, а с выхода детектора, где имеется стабильное и мало зависящее от степени разрядки батареи напряжение 1,5 В, несколько уменьшающееся с увеличением уровня сигнала. Этой цели служит цепочка R7C6. Резистор R7 влияет на начальный ток транзисторов усилителя ЗЧ, а конденсатор С6 обеспечивает беспрепятственное прохождение сигналов ЗЧ.

Для того чтобы работа приемника не ухудшалась при использовании сильно разряженных гальванических элементов с повышенным внутренним сопротивлением, источник питания зашунтирован конденсаторами С7 и С8. Первый обеспечивает низкое сопротивление на радиочастотах, а второй — на звуковых. Головные телефоны включают в разъем X1.

Немного о деталях. Магнитную антенну лучше намотать на большом стержневом магнитопроводе, например, диаметром 10 и длиной 200 мм из феррита 400НН или 600НН. Катушка L1 в этом случае содержит 75 витков провода ЛЭШО (литцендрат) 21×0,07. Наматывают провод виток к витку, в один слой, на бумажном пропарафинированном каркасе. Можно использовать готовую магнитную антенну средневолнового диапазона от устаревших транзисторных приемников. Обычно на ней имеется и катушка связи, которую лучше удалить либо включить последовательно с контурной, чтобы она не создавала паразитных резонансов на высоких частотах, открывая тем самым путь помехам.

КПЕ С1 с твердым диэлектриком использован от детского радиолюбительского набора. С равным успехом подойдет любой КПЕ от транзисторных приемников. Если имеется блок КПЕ, то обе его секции целесообразно включить параллельно для расширения диапазона перестройки. КПЕ с воздушным диэлектриком ничуть не хуже, но он значительно больших габаритов.

Транзисторы указанных на схеме серий могут быть с любыми буквенными индексами. Диоды VD1—VD3 — любые кремниевые, маломощные, высокочастотные или импульсные, например, серий КД520 — КД522. Резисторы и конденсаторы — любого типа. Керамические конденсаторы С2, С4, С6, С7 и С9 могут иметь емкость от 0,01 до 0,15 мкФ, оксидный конденсатор С3 — от 0,15 до 2 мкФ, С8 — от 20 мкФ и выше.

Низкоомные головные телефоны — ТМ-2, ТМ-4 или от импортных плейеров. В последнем варианте пару стереотелефонов можно соединить параллельно, перемкнув соответствующие контакты на разъеме, а лучше — последовательно, для повышения их сопротивления, что позволит "сэкономить" ток УЗЧ при равной громкости. В этом случае, правда, придется переключить выводы одного из телефонов так, чтобы они работали синфазно.

Монтируют приемник на печатной плате, на перфорированной гетинаксовой пластине или на толстой картонке с отверстиями под выводы деталей. Детали детектора желательно не располагать в непосредственной близости от магнитной антенны и КПЕ во избежание паразитных связей и самовозбуждения УРЧ. Плату размещают в любом подходящем по габаритам корпусе.

Налаживание приемника начинают с установки тока покоя УЗЧ (2...2,5 мА) с подключенными телефонами подбором резистора R7. Ток измеряют миллиамперметром, подключенным параллельно разомкнутым контактам выключателя SA1. На время измерений УРЧ целесообразно "обесточить", включив проволочную перемычку между базой транзистора VT1 и общим проводом. Затем отсоединяют перемычку и по возрастанию потребляемого тока определяют ток УРЧ (примерно 0,7 мА). Более точно режим УРЧ устанавливают подбором резистора R4, измеряя напряжение на эмиттере транзистора VT2 — оно должно составлять около половины напряжения питания.

Последняя операция — установка границ принимаемого диапазона подбором числа витков и положения катушки L1 на стержне магнитной антенны. Удобно ориентироваться по мощной радиостанции "Маяк" на частоте 549 кГц — она должна приниматься при емкости КПЕ, близкой к максимальной.

Правильно собранный и налаженный приемник достаточно экономичен, потребляя ток около 3 мА от батареи из двух "пальчиковых" элементов (типа 316 или АА), соединенных последовательно. В пределах Московской области он обеспечивал уверенный прием практически всех центральных радиостанций, вещающих в диапазоне СВ. ■

"НАБОР ДЛЯ НАЧИНАЮЩЕГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ"

Так назывался конкурс, проведенный редакцией журнала "Радио" совместно с "Росучприбором", Минобразования и ЦТТУ. О результатах конкурса рассказывалось в майском номере журнала за 2000 г. Вскоре на одном предприятии "Росучприбора" приступили к подготовке производства таких наборов. Сегодня можно сообщить нашим читателям об одном из вариантов набора, который проходит испытания в ряде школ и организаций дополнительного образования. Это — переносный раскладной чемодан (см. **рисунок**), в котором размещено все необходимое для проведения различных экспериментов и макетирования конструкций. В одной половине чемодана находятся радиоэлементы, смонтированные в виде модулей на изоляционных планках, в другой — соединительные проводники и мультиметр.

Благодаря наличию измерительного прибора в составе набора, имеется возможность в процессе конструирования контролировать параметры узлов макетируемых приборов или устройств, а также более точно подбирать режимы работы транзисторов отдельных каскадов. А это — ощутимая помощь начинающему радиолюбителю.



НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОЙСТВА P-N ПЕРЕХОДА

В. ВЕРЮТИН, г. Москва

Известно, что p-n переход полупроводникового прибора (диод, транзистор) является нелинейным элементом, из-за чего при больших входных сигналах он вносит значительные искажения. Однако этот недостаток в ряде случаев можно использовать с пользой для дела.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) зависимости напряжения на p-n переходе от протекающего через него тока представляет логарифмическую функцию в широком диапазоне токов [1, 2]. Где это свойство можно использовать? Прежде всего, в устройствах, работающих в условиях большого (5—8 порядков) диапазона амплитуд сигнала, например, в измерителях яркости или освещенности.

Рис. 1

Полезно и его применение в радиоприемной технике, когда минимальный сигнал составляет доли микровольт, а максимальный — превышает его в тысячи раз. Чтобы избежать искажений сигнала, автору пришлось при разработке набора-конструктора радиоприемника "Юность" [3] применить устройство сжатия динамического диапазона (УСДД) радиосигналов и их детектирования.

Как правило, радиосигнал амплитудой менее 20 мВ диодным детектором практически не детектируется, а свыше 200 мВ усилитель ЗЧ (да и РЧ) выходит за рамки линейного усиления. Появляются искажения, которых, правда, можно избежать использованием сравнительно сложной системы автоматической регулировки усиления (АРУ). В "Юности" же удалось решить такую задачу с помощью УСДД, применив всего один дополнительный диод.

Принцип работы устройства сжатия можно проиллюстрировать с помощью упрощенной схемы узла детектирования (**рис. 1**). Радиосигнал, выделенный колебательным контуром L1C1, поступает через катушку связи L2 на усилитель РЧ, усиливается примерно в 1000 раз (при малых сигналах), преобразуется в выходной ток, который поступает на амплитудный детектор. Подобное преобразование легко получить, если построить УРЧ с большим выходным сопротивлением. При малой амплитуде тока входное сопротивление детектора максимально, и наоборот, когда ток большой, сопротивление детектора минимально — оно определяется нелинейными свойствами диодов VD2, VD3.

При малом токе детектор работает по схеме удвоения напряжения, выполненной на диодах VD1, VD2 и конденсаторах C2, C3. Когда амплитуда напряжения на диоде VD2 станет равной напряжению открывания диода VD3, вступит в действие УСДД. С дальнейшим ростом сигнала происходит его логарифмическое преобразование в напряжение на встречно-параллельно включенных диодах, которое в дальнейшем детектируется с помощью диода VD1 и конденсатора C3. Подбором тока смещения $I_{см}$ выводят рабочую точку диодов VD1, VD2 на начальный участок характеристики, что повышает чувствительность детектора.

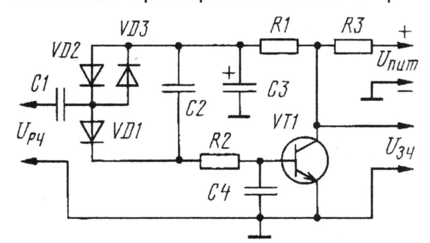


Рис. 3

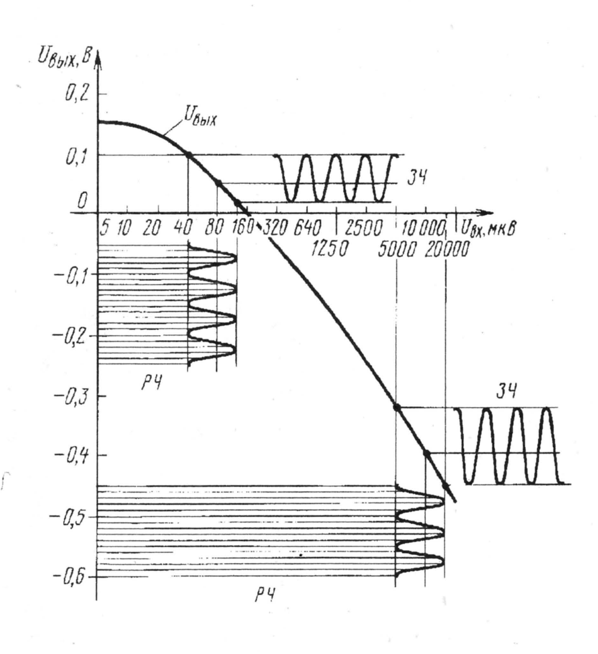


Рис. 2

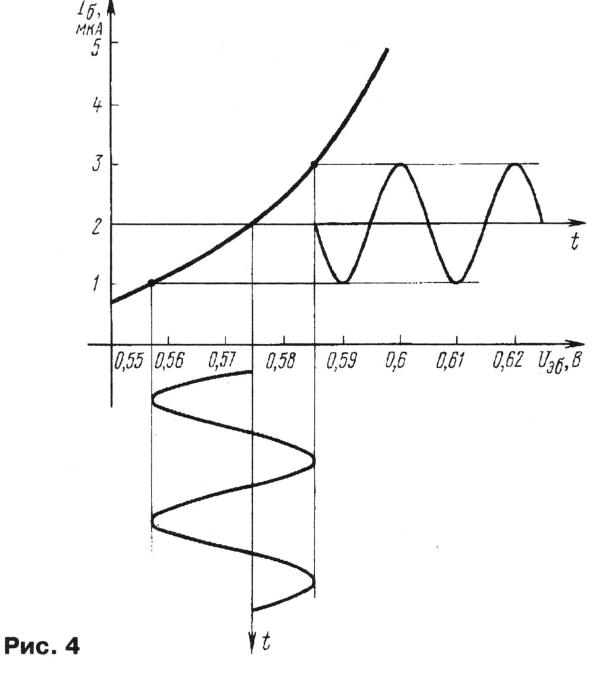


Рис. 4

На **рис. 2** приведен график зависимости постоянной составляющей выходного сигнала детектора ($U_{вых}$) и продетектированного сигнала ЗЧ от амплитуды входного сигнала УРЧ. Показаны лишь два основных момента: для малой амплитуды входного сигнала (около 0,1 мВ) и большой (10 мВ). Благодаря наличию УСДД изменение несущей примерно в 100 раз приводит к изменению амплитуды продетектированного сигнала менее чем вдвое, что аналогично проявлению действия эффективной АРУ. Правда, при глубине модуляции входного радиосигнала до 50 % искажения звука практически не ощущаются, а при модуляции 80...90 % они становятся заметными.

Как быть? Можно рекомендовать антилогарифмическое преобразование, собрав каскад на одном транзисторе (**рис. 3**). Диоды VD1—VD3 и конденсаторы С1, С2 принадлежат уже известному УСДД. Резистор R2 совместно с конденсатором С4 дополнительно фильтруют радиочастотную составляющую сигнала, а цепочка R1C3 устраняет влияние выходного напряжения ЗЧ на работу УСДД.

График зависимости напряжения между базой и эмиттером транзистора от тока базы (**рис. 4**) демонстрирует процесс преобразования искаженного сигнала, поступающего с УСДД, в синусоидальный за счет нелинейных свойств p-n перехода транзистора. Подобный способ восстановления "синусоидальности" применен, в частности, в радиоприемниках, описанных в [4, 5].

Диоды VD2, VD3 лучше использовать германиевые, например, ГД507А, Д18, а VD1 — германиевый или кремниевый, в зависимости от напряжения питания приемника. Если оно равно 1,5 В, диод должен быть только германиевый, а если превышает 2,5 В — кремниевый, серий КД503, КД522.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Коломбет Е. А.** Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. — М.: Радио и связь, 1991, с. 102.
2. **Горошков Б. И.** Элементы радиоэлектронных устройств. — М.: Радио и связь, 1989, с. 161.
3. **Верютин В.** Модернизированный приемник "Юность 105". — Радио, 1987, № 12, с. 33, 34.
4. **Алтаев Г., Верютин В.** Радиоконструктор "Юность 102". — Радио, 1988, № 9, с. 50, 51.
5. **Верютин В.** Радиоприемник прямого усиления. — Радио, 1999, № 11, с. 49, 50.

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦОКОЛЕВКИ ТРАНЗИСТОРОВ

М. ЕРОФЕЕВ, г. Москва

При демонтаже какой-либо радиоаппаратуры, когда на извлеченных из нее транзисторах оказывается стертой маркировка, возникает задача определения структуры и выводов биполярных транзисторов. И хотя на страницах журнала уже было опубликовано немало описаний различных пробников и приборов для целей, о которых идет речь, представляет определенный интерес вариант конструкции, предложенный автором настоящей статьи.

Эта конструкция была разработана более двух лет назад в объединении "Радиоэлектроника" ДЮЦ "Отрадное" г. Москвы. В разработке активное участие принимал тогда еще восьмиклассник Рушан Юсипов. Он же защищал ее на соревнованиях юных радиоконструкторов в городском Доме технического творчества в марте 1999 г. Участники этих соревнований имели возможность убедиться в том, что прибор позволяет оперативно проверить биполярный транзистор любой мощности, определить его исправность, структуру и цоколевку.

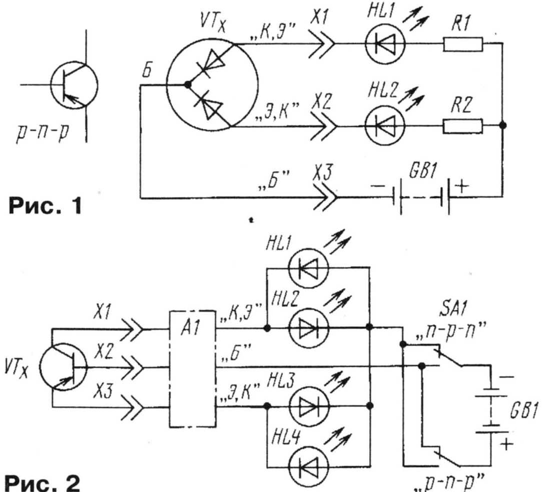


Рис. 1

Рис. 2

Чтобы подробнее познакомить читателей с принципом работы прибора, обратимся вначале к **рис. 1**. В упрощенном виде эмиттерный и коллекторный переходы транзистора представляют собой диоды, соединенные в точке базы. Поэтому определение вывода базы может быть выполнено с помощью простейшего анализатора на двух светодиодах. Они будут светиться одновременно, если транзистор исправен и подключен в соответствии со схемой.

На **рис. 2** приведена упрощенная схема самого прибора. Проверяемый транзистор VT_x подключают к своеобразному анализатору А1 (гнезда Х1—Х3), роль которого выполняет галетный переключатель на шесть положений и три направления (подробнее об этом — ниже). Дело в том, что возможны шесть комбинаций подключения выводов транзистора, например, Б-К-Э, Б-Э-К, К-Б-Э и т.д. Манипулируя переключателями анализатора и SA1, находят такое положение SA1, при котором в двух положениях переключателя анализатора светятся два светодиода — HL1, HL4 или HL2, HL3. Таким образом, вывод базы определен.

Сложнее найти остальные выводы. Четко различить их удастся, используя следующий принцип. Известно, что при включении транзистора по схеме с общим эмиттером статический коэффициент передачи тока базы составляет десятки—сотни. Если поменять местами выводы эмиттера и коллектора, транзистор окажется в инверсном включении, при котором коэффициент передачи резко падает.

На **рис. 3** показано правильное включение транзистора структуры p-n-p, при котором ток коллектора (он задается резистором $R_б$) достаточен для зажигания светодиода HL1. Резистор $R_ш$ (шунт) увеличивает ток коллектора, что позволяет добиться более четкой индикации.

При инверсном включении ток коллектора невелик, и HL1 либо едва светится, либо вообще не горит.

Когда проверяют транзистор структуры n-p-n, полярность питающего напряжения изменяют (указана в скобках), в работу вступает светодиод HL2.

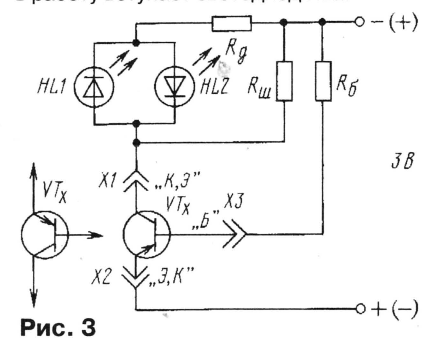
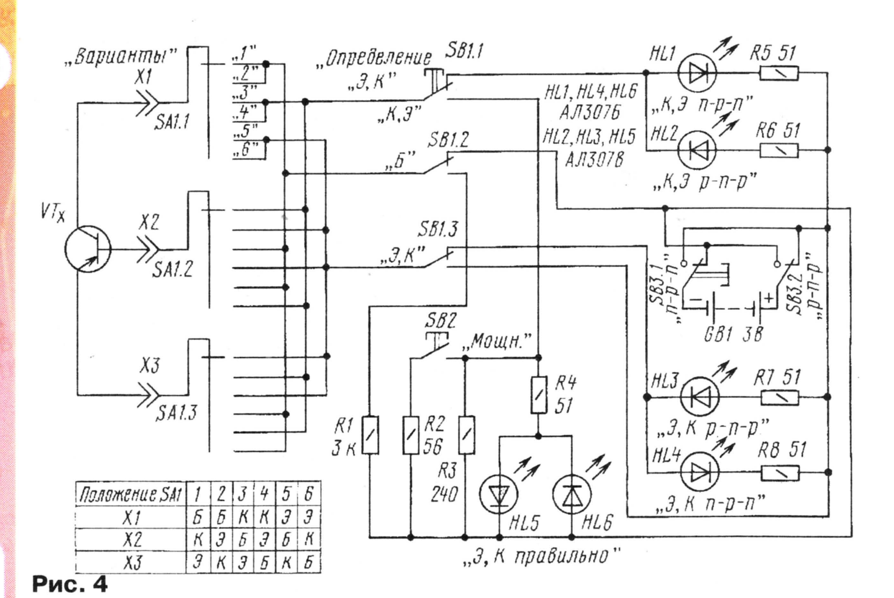


Рис. 3

Полная схема прибора, который реализует описанные методы испытаний, приведена на **рис. 4**. Проверяемый транзистор подключают любыми выводами к гнездам Х1—Х3. Переключатель



Положение SA1	1	2	3	4	5	6
X1	Б	Б	К	К	Э	Э
X2	К	Э	Б	Э	Б	К
X3	Э	К	Э	Б	К	Б

Рис. 4

1 2 3 4 5 6
Б Б К К Э Э
К Э Б Э Б К
Э К Э Б К Б
мощн.
p-n-p
n-p-n
Определение Э,К
Э,К
Э,К
Варианты
Э,К правильно
К,Э p-n-p
К,Э n-p-n

Рис. 5

SA1 "Варианты" устанавливают поочередно в каждое из шести положений и выбирают два из них, при которых светятся попарно HL2, HL3 либо HL1, HL4. В случае зажигания светодиодов в четырех положениях переключателя необходимо установить переключателем SB3 другую структуру. Если ни один из светодиодов не зажигается или горит только один, значит транзистор неисправен.

При нажатии на кнопку SB1 транзистор включается в режим определения выводов эмиттера и коллектора. Ток базы задан резистором R1, а в цепь коллектора включены светодиоды HL5, HL6 и шунтирующий резистор R3. В одном из двух положений переключателя SA1, соответствующих уже определенной структуре, загорится либо светодиод HL5, либо HL6. По цоколевке, показанной в таблице на передней панели прибора для данного положения ручки переключателя, нетрудно определить, к каким гнездам какие выводы транзистора подключены.

При испытании мощных транзисторов или обладающих большим коэффициентом передачи тока базы может понадобиться подключить дополнительный шунт (резистор R2) нажатием на кнопку SB2 "Мощн.".

Питается прибор от источника напряжением 3 В, составленного из двух элементов 316 или аналогичных, соединенных последовательно. Выключатель питания отсутствует, поскольку при отключенном транзисторе потребления тока от источника нет. Во избежание случайного замыкания выводов на зажимы X1—X3 следует надеть изолирующие трубочки. Переключатель SA1 — малогабаритный галетный на 11 положений, из которых использовано только 6. Кнопочные выключатель и переключатели — серии П2К (SB3 — с фиксацией положения). Гнезда могут быть любой конструкции, но автор использовал малогабаритные зажимы "крокодил". Светодиоды — АЛ307Б красного свечения и АЛ307В зеленого.

Монтаж деталей допустимо выполнить любым способом внутри корпуса подходящих габаритов, расположив на его лицевой панели органы управления, например, как показано на **рис. 5**. Приведенную на схеме таблицу цоколевки дублируют над ручкой переключателя "Варианты". ■

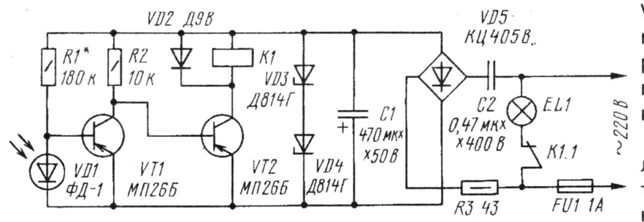
СОВЕТУЮ ПОВТОРИТЬ

ФОТОРЕЛЕ ВКЛЮЧАЕТ ОСВЕЩЕНИЕ

Никита ПИЛИПЕНКО, хутор Лихой Ростовской обл.

Нашему новому автору всего 13 лет. Однако за его плечами уже несколько лет радиолюбительского стажа. Редакция поздравляет Никиту с первой, пусть и небольшой публикацией в журнале "Радио". Надеемся, что у этого начала будет и продолжение. Желаем юному радиолюбителю успехов в его полезном увлечении. Кто знает, не исключено, что радиолюбительство поможет Никите в выборе профессии, связанной с радиоэлектроникой. Удачи тебе, наш юный друг!

Более двух лет мой автомат (см. **схему**) с наступлением темноты включает наружное освещение нашего гаража и выключает его утром. Светочувствительный элемент устройства — фотодиод VD1, который так размещается на крыше гаража, чтобы на него не попадали лучи искусственного освещения.



Пока на улице светло, фотодиод вырабатывает положительное напряжение на верхнем по схеме выводе (фотодиод работает в т. н. вентильном, или фотовольтаическом режиме, используемом в солнечных элементах и батареях. — *Прим. ред.).* Поэтому транзистор VT1 закрыт, а транзистор VT2 открыт. Реле K1 включено, его контакты K1.1 разомкнуты и лампа EL1 не горит.

При наступлении темноты фотодиод перестает вырабатывать положительное запирающее напряжение, приложенное к базе транзистора VT1. Транзистор открывается током, протекающим через резистор смещения R1. Напряжение на его коллекторе, а следовательно, и на базе транзистора VT2 падает. Это приводит к закрыванию транзистора VT2. Реле отпускает, и замыкающиеся контакты K1.1 включают освещение.

Реле — РЭС22, паспорт РФ4.500.131 (РФ4.523.023-07). Лампа освещения — мощностью не более 25 Вт — установлена в осветительном фонаре.

Порог срабатывания фотореле, в зависимости от внешней освещенности, подбирают резистором R1. ■

МАЛОГАБАРИТНЫЙ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЬ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Этот прибор может пригодиться, например, при проведении ремонта в жилых и служебных помещениях. Он позволяет обнаруживать скрытые в стенах гвозди, шурупы, металлическую арматуру на расстоянии нескольких сантиметров.

В металлоискателе использован традиционный метод обнаружения, основанный на работе двух генераторов, частота одного из которых изменяется при приближении прибора к металлическому предмету. Отличительная особенность конструкции — отсутствие самодельных намоточных деталей. В качестве катушки индуктивности использована обмотка электромагнитного реле.

Металлоискатель (**рис. 1**) содержит LC-генератор на элементе DD1.1, RC-генератор на элементах DD2.1 и DD2.2, буферный каскад на DD1.2, смеситель на DD1.3, компаратор напряжения на DD1.4, DD2.3, выходной каскад на DD2.4.

Работает устройство так. Частоту RC-генератора устанавливают близкой к частоте LC-генератора. При этом на выходе смесителя будут присутствовать сигналы не только с частотами обоих генераторов, но и с разностной частотой. Фильтр низкой частоты R3C3 выделяет сигналы разностной частоты, которые поступают на вход компаратора. На его выходе формируются прямоугольные импульсы такой же частоты. С выхода элемента DD2.4 они поступают через конденсатор C5 на разъем XS1, в гнездо которого вставляют вилку головных телефонов сопротивлением около 100 Ом. Конденсатор и телефоны образуют дифференцирующую цепочку, поэтому в телефонах будут раздаваться щелчки с появлением каждого фронта и спада импульсов, т. е. с удвоенной частотой сигнала. По изменению частоты щелчков судят о появлении вблизи прибора металлических предметов.

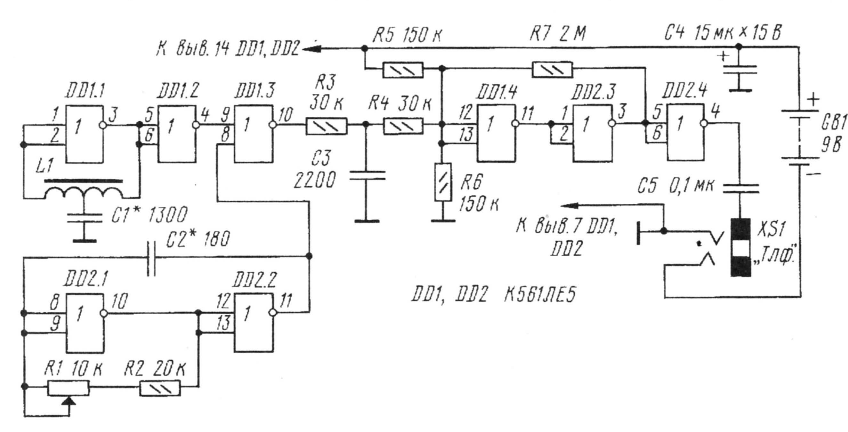


Рис. 1

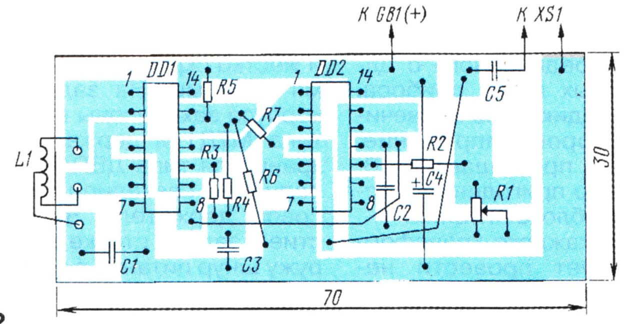


Рис. 2

Вместо указанных на схеме допустимо использовать микросхемы К561ЛА7, К564ЛА7, К564ЛЕ5. Полярный конденсатор — серий К52, К53, остальные — К10-17, КЛС. Переменный резистор R1 — СП4, СПО, постоянные — МЛТ, С2-33. Разъем — с контактами, замыкающимися при вставленной в гнездо вилке телефонов. Источник питания — батарея "Крона", "Корунд", "Ника" или аналогичная импортная.

Катушка L1 — от электромагнитного реле РЭС9, паспорт РС4.524.200 или РС4.524.201 с обмоткой сопротивлением около 500 Ом. Реле разбирают и удаляют подвижные элементы с контактами. Магнитная система реле содержит две катушки, намотанные на отдельных магнитопроводах и включенные последовательно. Общие выводы катушек соединяют с конденсатором C1, а магнитопровод так же, как и корпус переменного резистора — с общим проводом металлоискателя.

Детали устройства, кроме разъема, размещают на печатной плате (**рис. 2**) из двусторонне фольгированного стеклотекстолита. Одна из ее сторон оставлена металлизированной и соединена с общим проводом другой. На металлизированной стороне крепят "остатки" реле и батарею питания. Выводы катушки реле пропускают через раззенкованные отверстия и соединяют с соответствующими печатными проводниками. Остальные детали размещают со стороны печати.

Плату устанавливают в корпус из пластмассы или жесткого картона, на одной из стенок которого крепят разъем.

Налаживание устройства начинают с установки частоты LC-генератора в пределах 60...90 кГц подбором конденсатора C1. Затем перемещают движок переменного резистора примерно в среднее положение и подбором конденсатора C2 добиваются появления в телефонах звукового сигнала. При перемещении движка резистора в ту или иную сторону частота сигнала должна изменяться.

Для обнаружения металлических предметов предварительно переменным резистором устанавливают возможно меньшую частоту звукового сигнала. С приближением к предмету она начнет изменяться. В зависимости от настройки, выше или ниже нулевых биений (равенства частот генераторов), или вида металла, частота изменится в большую или меньшую сторону.

Отработать методику поиска можно на конкретных предметах из различных металлов. При одинаковых или весьма близких частотах генераторов возможна их взаимная синхронизация, когда звук в телефонах исчезнет. Но с приближением к предмету поиска синхронизация нарушится, а звук появится. Правда, такой режим обеспечивает меньшую чувствительность, поэтому использовать его можно только для поиска крупногабаритных предметов. ■

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

БЛОК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Л. ПИСЬМАН, г. Москва

В последнее время у радиолюбителей все большей популярностью пользуются цифровые измерительные приборы с батарейным питанием: мультиметры, дозиметры, измерители емкости и индуктивности, частотомеры и др. Они весьма экономичны — потребляемый ток при напряжении 9 В не превышает 10 мА. Обычно в этих приборах используется батарея "Корунд", обладающая сравнительно малой емкостью. При интенсивном использовании прибора такая батарея может разрядиться уже за два-три месяца. Поэтому в домашних условиях лучше питать его от сетевого блока.

Подбирая для своего цифрового мультиметра "Mastech M92A" промышленный блок питания, я обнаружил, что ни один из имевшихся в продаже для моей цели не подходит. Во-первых, потому, что многие из них не имеют стабилизатора напряжения, а это приводит к появлению значительных погрешностей. Во-вторых, в них применяются понижающие трансформаторы со сравнительно большой межобмоточной емкостью. Поскольку мультиметр, например, в режиме измерения напряжения обладает значительным входным сопротивлением (около 10 МОм), это приведет к неточным показаниям (вспомните, как "глючит" осциллограф, если его не заземлить).

Пришлось взяться за разработку своего блока питания. В итоге появилась его схема, приведенная на **рис. 1**. Блок выполнен из недорогих и доступных деталей,

Рис. 1

обеспечивает высокую стабильность напряжения при практически полном отсутствии пульсаций. Схема блока стандартная, поэтому в особых пояснениях не нуждается. Качество работы мультиметра при питании от такого блока не хуже, чем при питании от батареи, а точность измерений даже выше.

Таких результатов удалось добиться благодаря использованию трансформатора ТП-321/12в (продается в магазине "Чип и Дип") с малой межобмоточной емкостью. Его можно заменить подходящим по параметрам трансформатором с минимальной емкостью между обмотками.

Подбирая трансформатор, я измерял межобмоточную емкость косвенным методом по схеме на **рис. 2**, применив указанный выше мультиметр, работающий в режиме измерения переменного напряжения на пределе 20 В.

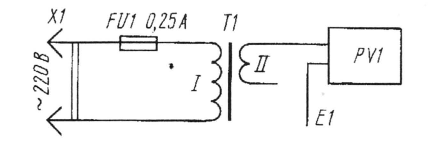


Рис. 2

Включив трансформатор, касался сенсора E1, соединенного с одним из входных гнезд прибора. При этом на индикаторе высвечивалось некоторое напряжение. Если оно не превышает 3 В, трансформатор пригоден для использования в блоке питания.

Испытание каждого трансформатора следует провести несколько раз при разных вариантах включения его в сеть и соединении верхнего по схеме гнезда мультиметра то с одним, то с другим выводом вторичной обмотки трансформатора. Конечно, во время испытаний следует соблюдать правила техники безопасности и не касаться цепей первичной обмотки.

При испытании, например, трансформатора ТВК-110ЛМ (выходной кадровой развертки черно-белых телевизоров), который вот уже не одно поколение радиолюбителей использует не по назначению, обнаружились весьма большие напряжения утечки — 50...100 В. Впрочем, некоторые трансформаторы от сетевых адаптеров также оказались непригодными, обладая утечкой в 10...15 В. Утечка же у использованного автором трансформатора не превысила 2 В.

Разумеется, при наличии соответствующего прибора можно измерять межобмоточную емкость трансформатора непосредственно.

Из имеющихся в справочниках промышленных трансформаторов наиболее подходит ТПП255 (220 В 50 Гц). Сетевое напряжение подают на выводы 2—9, а напряжение 10 В для выпрямителя снимают с выводов 15—16 либо 17—18.

Вместо моста VD1 можно использовать четыре диода, рассчитанных на соответствующее напряжение и ток нагрузки. Микросхему 7809 допустимо заменить на 78LO9, КР142ЕН8А, а светодиод АЛ341Д (желтого свечения) — любым другим, кроме инфракрасного.

Блок питания собран в готовом пластмассовом корпусе, служащим подставкой к мультиметру и жестко скрепленным с ним двумя винтами. На задней стенке корпуса закреплены выключатель типа МТД1 и держатель предохранителя типа ДВП4-1, а на передней — светодиод в пластмассовом держателе. Через отверстие в задней стенке выведен наружу шнур питания с сетевой вилкой на конце. В верхней крышке корпуса и нижней мультиметра просверлены отверстия, через которые пропущены проводники питания мультиметра.

Трансформатор закреплен на боковой стенке корпуса двумя винтами-саморезами, остальные детали соединены навесным монтажом и зафиксированы внутри корпуса термопластичным клеем. Микросхема "обходится" без радиатора. Размещение деталей должно быть таким, чтобы исключить замыкание между первичными (сетевыми) цепями и вторичными. ■



Ответственный редактор Степанов Б. Г.
(RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@paguo.ru
connect@paguo.ru

УСПЕХ РОССИЙСКИХ "СКОРОСТНИКОВ"

Юрий СТАРОСТИН, главный тренер ЦРК РФ им. Э. Т. Кренкеля

На четвертый Чемпионат мира по скоростной радиотелеграфии в Румынию приехали представители 16 стран Европы и Азии, но полные составы команд (все шесть возрастных категорий) выставили лишь Россия, Белоруссия, Румыния и Венгрия. Между командами этих стран и развернулась борьба за почетный кубок. Программа соревнований включала прием и передачу буквенного, цифрового и смешанного текстов и два компьютерных упражнения (RUFZ — прием позывных и PED — компьютерный тест). Таким образом, каждый спортсмен "стартовал" 8 раз. За лучший результат в упражнениях лидер получал 100 очков, а остальным участникам очки начислялись в процентном отношении к его результату.

Наш ветеран Станислав Зеленов (UA3VBW) взял свои традиционные три золотые медали (за прием, передачу и многоборье) и одну серебряную за компьютерные упражнения, где его обошел македонский ветеран Спасо Марковски (Z30OK). Вторым в многоборье был болгарский радиолюбитель Тодор Кайкиев (LZ1BP), а на третье место вышел наш известный многоборец-двоеборец, а теперь и еще и "скоростник" Владислав Морозов (RA3DH). Кроме этой медали, у него "серебро" за прием и "бронза" за передачу.



Российская команда — чемпион мира по скоростной телеграфии: сидят — С. Зеленов, Ю. Старостин (тренер), О. Садуков, Э. Арюткина, А. Вахова, Л. Макагонова, Е. Сибагатулина, А. Щеглова; стоят — М. Егоров (руководитель команды), Р. Имантулов, Д. Костырко, В. Морозов, Е. Пашнин.

Среди ветеранок полный комплект "золота" завоевала белорусская спортсменка Раиса Волкова (EW1YL). Наша Лариса Макагонова (RV3AEF) была второй в многоборье, второй в приеме и передаче, а также третьей в упражнениях RUFZ и PED. Категория ветеранок была самой малочисленной на чемпионате — всего 5 спортсменок. Самой многочисленной оказалась группа ветеранов-мужчин — 22 спортсмена.

Отлично выступили наши юниоры Елена Сибагатулина (RV9CPW) и Денис Костырко (RV9CSI), выигравшие по четыре золотые медали в личном зачете. Если успех Дениса "планировался", то блестящее выступление Лены стало приятным сюрпризом. Ее преимущество над сильной белорусской спортсменкой Ириной Тетерской (EU1YI) не было впечатляющим, но зато стабильным — она выиграла все упражнения.

Денис Костырко, которому только в декабре исполнится 18 лет, вызвал аплодисменты участников и судей. В приеме позывных (RUFZ) он набрал 169261 очко, опередив на 17200 очков даже лучшего среди мужчин Александра Островского (EW8NW). Третий абсолютный результат среди всех участников в этом упражнении показал румынский спортсмен Богдан Бузояну (YO8RJV). В компьютерном тесте Денис набрал 2798 очков, уступив Островскому всего 54 очка. Естественно, что среди юниоров ему не было равных и в этом упражнении. В многоборье он опередил своего товарища по команде Романа Иманкулова (RX9CFO) на 95 очков. А ведь на прошлом чемпионате Роман завоевал все золотые медали! На этот раз у него два вторых и два третьих места.

Чемпионкой мира среди женщин стала спортсменка из Минска Ольга Мишук (EW1AAH). В многоборье она на восемь очков опередила подругу по команде Ларису Борисенко (EU7KT). На третье место вышла волгоградская спортсменка Алла Вахова (RX4AK), удачно выступившая в передаче, где она показала второй результат и стала серебряным призером. Надо отметить выступление в компьютерных упражнениях македонской спортсменки Тани Андерски (Z30RS171), набравшей в RUFZ 106421 очко, а в PED — 2180 очков. В сумме двух упражнений она опе-

редила занявшую второе место Ларису Борисенко на 47 очков.

Чемпионом мира у мужчин стал Андрей Биндасов (EU7KI) из Белоруссии, который показал великолепный результат в передаче, позволивший ему оставить на втором месте своего товарища по команде Островского.

Наш Евгений Пашнин неудачно выступил в передаче, но занял второе место в приеме, третье место — в компьютерных упражнениях и в многоборье. В передаче наша команда не осталась без призового места: третий результат показал пензенский спортсмен Омари Садуков (UA4FFP).

По положению о соревнованиях вся команда — призер соревнований получает медали, независимо от личного места. Поэтому российские спортсмены имеют еще один комплект из 11 "золотых" медалей, но, конечно, он считается как одна медаль. Всего наша команда имеет в своем активе 12 "золотых", 10 "серебряных" и 9 "бронзовых" медалей. Российская команда набрала 4224 очка, а наши главные соперники — спортсмены Белоруссии — 4093. У румынской команды 3010 очков. Последующие места заняли команды Венгрии, Македонии, Чехии, Украины, Югославии, Болгарии, Хорватии, Германии, Южной Кореи, Китая, Италии, Молдавии и Бельгии.

Четвертый чемпионат мира по скоростной радиотелеграфии уже история. Началась подготовка к пятому, организатором которого будет Белорусская федерация радиоспорта. Он пройдет в мае 2003 года.

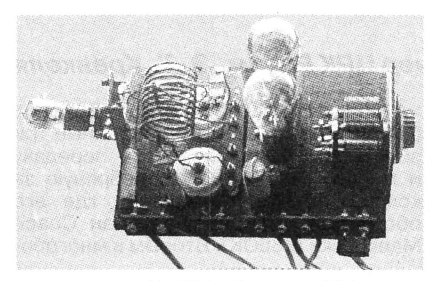
ПОЗДРАВЛЯЕМ!

U3GJ—70 лет в эфире

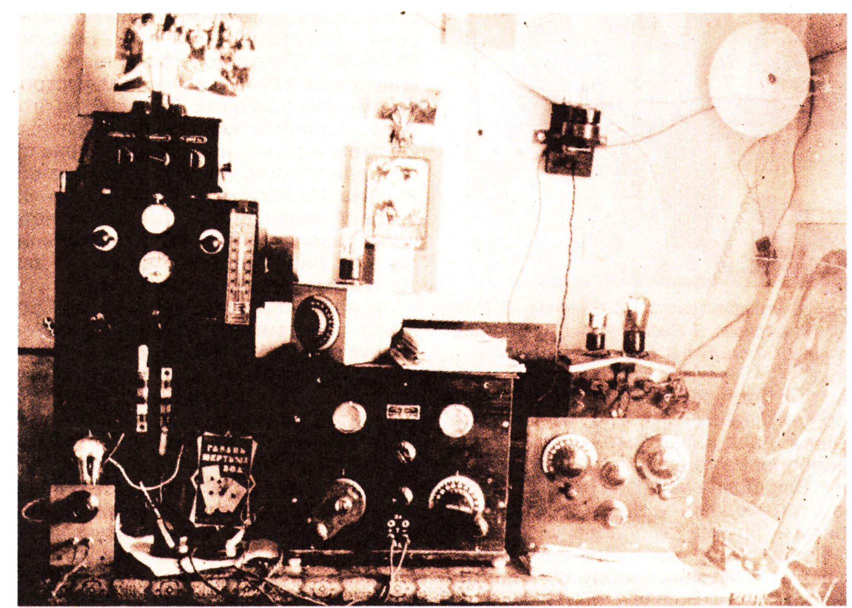
Именно столько лет работает в эфире московский коротковолновик Искандер Мингазович Минликеев (U3GJ). В далеком 1931 году он сначала получил наблюдательский позывной RK3527, а затем и личный КВ позывной AU4EH. Еще один довоенный позывной Искандера Мингазовича — U9MO. После войны он продолжил занятия короткими волнами в Свердловске (UA9CA), а затем переехал в Москву и вышел в эфир под позывным UA3GJ. Укороченный “ветеранский” вариант этого позывного — U3GJ Искандер Мингазович использует и сегодня.



Искандер Мингазович Минликеев (U3GJ).



Передатчик AU4EH образца 1932 года.

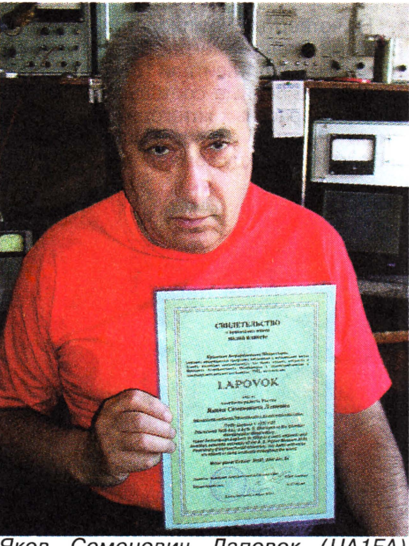


Вот так выглядела его радиостанция в 1931 году.

UA1FA — 70 лет

"Считаю, что занявшись коротковолновым радиолюбительством, я "вытащил счастливый билет". Всем Богом дана одна жизнь на Земле, а коротковолновикам еще одна — в эфире". — Я. Лаповок из книги "50 лет в эфире".

В августе исполняется 70 лет Якову Семеновичу Лаповку (UA1FA).



Яков Семенович Лаповок (UA1FA) с сертификатом присвоения его имени малой планете.

Радиолюбительская биография UA1FA насчитывает уже более 50 лет, большая часть которых связана с журналом "Радио". Все началось с публикации в 1964 г. описания первого в нашей стране многодиапазонного SSB трансивера. Этот трансивер, созданный Яковом Семеновичем, занял первое место на 19-й выставке радиолюбительского творчества. Затем последовало еще много конструкций трансиверов, которые повторялись тысячами коротковолновиков по описаниям в журнале "Радио". Статьи в журнале, а также книги Якова Семеновича внесли неоценимый вклад в развитие коротковолнового радиолюбительства в нашей стране.

АКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО БЫЛА ВЫСОКОЙ!

Игорь Григорьев (RV3DA)

Подведены итоги “Дня активности молодежных радиостанций”, который прошел 21 января этого года. Возможно, что не всем читателям журнала “Радио” известно, как появился этот тест. Осенью 2000 года в одном из радиолюбительских “рефлекторов” Интернета разгорелась дискуссия о том, нужны ли (в дополнение к соревнованиям молодежных радиостанций на призы журнала “Радио”) специализированные соревнования для начинающих радиолюбителей. Те, кто выступал за проведение таких соревнований, приводили в качестве примера соревнования “Kids Day” (“Детский день”) — популярный в США детский тест. Большинство участников этой дискуссии высказалось в поддержку идеи специализированных “детских” соревнований с особыми (не цифровыми, как во “взрослых” тестах) контрольными номерами. На том и порешили. Радиолюбители из Коломны разработали положение, а редакция журнала “Радио” взяла на себя организационные хлопоты и выделила дипломы для награждения их участников.

Соревнования, несомненно, получились, о чем свидетельствует и большое для детских эфирных мероприятий число участников, и отклики радиолюбителей. Вот что написал, например, Игорь Соколов (UA9CDC), чей сын — Евгений, несмотря на высокую температуру, все же принял участие в “Дне активности”: “Тест очень понравился. Это то, что нужно для детей. Жаль, что только один раз в году”.

В чем же причина успеха этих необычных соревнований? Наверное, в том, что детям всегда интересно проводить связи друг с другом. И во время традиционных тестов, где весь обмен состоит из позывного и контрольного номера, и, в особенности, во время “Дня активности”, где сверстник сообщит тебе свое имя, город и даже возраст. Еще одна особенность “Дня активности” состоит в том, что он открытый. В нем невольно принимают участие даже те, кто вовсе и не догадывается об этом. Проводя обычные связи с юными радиолюбителями, они обеспечивают им высокий темп работы в соревнованиях.



Победителем зимнего “Дня активности молодежных радиостанций” в индивидуальном зачете стал Михаил Ульченко (UA9KGH). Он один из самых активных контест-операторов коллективной радиостанции RK9KWB.

Что же касается прозвучавшего выше сожаления участника, то реакция организаторов первого “Дня активности” (он уже получил название “зимний”) была мгновенной. Второй день “День активности” (“летний”) прошел 24 июня.

А вот что дал анализ присланных отчетов.

Прежде всего, порадовала неожиданно широкая география участников. Во время различных детских русскоязычных тестов обычно звучат позывные только из Украины, Белоруссии и европейской части России. И на этом фоне отличное выступление школьной коллективной радиостанции UN8LWZ из Казахстана было приятным сюрпризом. Участие в “Дне активности” нескольких детских радиоклубов из азиатской части России просто порадовало. Более того, первое место среди радиостанций с одним оператором занял представитель именно азиатской части России — Михаил Ульченко (UA9KGH), выступавший с коллективки RK9KWB. И не беда, что единственная коллективка из нулевого радиолюбительского района RK0SXR провела не так много связей. Это как раз тот самый случай, когда главное — участие.

Уверенно выступили наши “большие пушки”, например, RZ1AWO. Отличный уровень подготовки Олега Корелина (15 лет), Евгения Кузнецова-младшего (14 лет), Азата Кремчеева (13 лет), Михаила Топского (12 лет) и превосходно оборудованная Борисом Киршенблатом (UA1AAF) радиостанция закономерно привели известный детский контест-клуб из Санкт-Петербурга к победе в общем зачете.

Так что же, никаких проблем? Вовсе нет. Уже поступают предложения по усовершенствованию положения, и все они, конечно же, будут рассмотрены оргкомитетом при редакции журнала “Радио”. Пишите нам — 103045, Москва, Селиверстов пер., 10 или ru3ax@paguo.ru, а также присоединяйтесь к работе “Круглого стола молодежных радиостанций России”, который проходит по четвергам в 15.00 MSK на частоте 7090 кГц. Ведущий — Владимир Поваляев (RK3WWO, UA3WW).

Общий зачет

Много операторов

545	RZ1AWO
430	RX3RXX
425	UX8IXX
370	RK3XWD
322	UN8LWZ
271	RK3WWO
270	RK6WWQ
254	RK4WWX
249	RZ3TZE
242	RK3DZD
240	RK3AWK
237	RZ9AWK
217	RZ9SWR
208	RZ9UWZ
206	RZ4HWK
202	RK9AYN
201	RK3UWM
195	RK3DZH
191	UA9UWM
187	RK6AXA
186	RK9FXM
185	UR4CXR
177	RK1QWX
175	RK4CXH
170	RK3ZWG
169	RK9JWZ
151	RK3YXD
146	RK9MZI
145	UA4PWR
132	RK4CWE
130	EW8WH
129	RZ9UZN
128	UR4MWO
127	RZ6AXN
126	RZ6HZB
121	RK3SXG
118	RK3GXB
107	RK3XWR
97	EW6WI
95	RK4UWK
91	RK9MWL
90	RZ4HWB
71	RK4YWK
68	RZ4AZJ
46	RZ9AWW
42	RK0SXR

Один оператор

402	RK9KWB
291	RZ3DXG
237	RZ4PXD
117	RW9UAK
116	RU9CZD
92	RK2FXX
89	UA3YRN
85	RK2FWN
61	RK3WWD
33	RK3AWB
18	RA3GFL
6	RA3WOU

OP:RZ3DXG — RK3DDL,
RK3WWD — RA3WOU,
RK9KWB — UA9KGH.

Наблюдатели

295	UA3-155-28
260	UA3-170-847
170	UA3-155-75
135	USI-621
130	R4C-13
95	R3W-18
70	R1Q-009
60	R3W-15
30	R3W-17

Региональный зачет

Россия, европейская часть

Несколько операторов

545	RZ1AWO
430	RX3RXX
370	RK3XWD
271	RK3WWO
270	RK6WWQ
254	RK4WWX
249	RZ3TZE
242	RK3DZD
240	RK3AWK
206	RZ4HWK
201	RK3UWM
195	RK3DZH
187	RK6AXA
185	UR4CXR
177	RK1QWX
175	RK4CXH
170	RK3ZWG
151	RK3YXD
145	UA4PWR
132	RK4CWE
127	RZ6AXN
126	RZ6HZB
121	RK3SXG
118	RK3GXB
107	RK3XWR
95	RK4UWK
90	RZ4HWB
71	RK4YWK
68	RZ4AZJ

Один оператор

291	RZ3DXG
237	RZ4PXD
92	RK2FXX
89	UA3YRN
85	RK2FWN
61	RK3WWD
33	RK3AWB
18	RA3GFL
6	RA3WOU

9-й радиолюбительский район России

Много операторов

237	RZ9AWK
217	RZ9SWR
208	RZ9UWZ
202	RK9AYN
191	UA9UWM
186	RK9FXM
169	RK9JWZ
146	RK9MZI
129	RZ9UZN
91	RK9MWL
46	RZ9AWW

Один оператор

402	RK9KWB
117	RW9UAK
116	RU9CZD

Нулевой радиолюбительский район России

Несколько операторов

42	RK0SXR

Остальные страны

Несколько операторов

425	UX8IXX
322	UN8LWZ
185	UR4CXR
130	EW8WH
128	UR4MWO
97	EW6WI

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ КВ

Виталий КЛЯРОВСКИЙ (RA1WT)

Если сегодня многие коротковолновики имеют возможность использовать трансиверы заводского изготовления, то усилители мощности, как правило, вынуждены изготавливать самостоятельно. В статье предлагается законченная конструкция современного усилителя мощности для любительской КВ радиостанции.

Усилитель мощности, принципиальная схема которого приведена на **рис. 1**, обеспечивает коэффициент усиления не менее 16 дБ на всех девяти любительских КВ диапазонах. Он выполнен на лампе VL1, включенной по схеме с общим катодом. При отсутствии управляющего сигнала на разъеме XS1 (педаль управления не нажата) сигнал с антенны, подключенной к ВЧ разъему XW1, проходит через нормально замкнутые контакты реле К14 и К13 на разъем XW2 и далее на трансивер. С подачей управляющего сигнала (педаль нажата) срабатывают реле К13—К15. Контакты реле К13 подключают антенну к выходу УМ, контакты реле К14 соединяют выход трансивера с входом УМ , сигнал с которого через конденсатор С1, ФНЧ на элементах C4L2C5 и резистор R5 поступает на управляющую сетку лампы VL1. Резистор R6 обеспечивает входное сопротивление усилителя 50 Ом на всех диапазонах. Входная емкость лампы складывается с емкостью конденсатора С5 и работает в фильтре, не шунтируя входное сопротивление [1, 2]. Через контакты К15.1 реле К15 включается источник смещения управляющей сетки лампы.

В анодную цепь лампы VL1, выполненную по схеме последовательного питания, через дроссели L4, L5 включен П-контур, состоящий из катушек L6, L7, конденсаторов настройки С9—С11 и конденсаторов регулировки связи с антенной С17 — С19. Дроссель L4 предотвращает возможность самовозбуждения усилителя на УКВ. Разделительные конденсаторы С12, С13 и С16 препятствуют попаданию высокого анодного напряжения, под которым находится П-контур, на КПЕ С11 и С19, а также в антенну. Дроссель L3 защищает антенну от высокого напряжения при пробое С13, а также нейтрализует наведенные в антенне заряды статического электричества.

Дроссель L5 подключен к П-контуру в точке с наименьшими сопротивлением и ВЧ напряжением и не оказывает влияния на работу усилителя на высокой частоте [2]. Конструктивно его можно располагать близко к стенкам корпуса усилителя, что упрощает компоновку.

По высокой частоте дроссель подключен параллельно нагрузке, его шунтирующее действие невысокое и он может иметь меньшую индуктивность. Необходимая индуктивность (даже с запасом на подключение высокоомной антенны) составляет 20...30 мкГн. Соответственно уменьшаются собственная емкость и габариты дросселя.

В П-контуре усилителя применены КПЕ с небольшой начальной и максимальной емкостью. Это позволило уменьшить плотность настройки и избежать проблем с оптимизацией параметров контура на диапазоне 28 МГц.

Анодный КПЕ С11 без дополнительных конденсаторов позволяет настраивать П-контур на диапазонах 7 — 28 МГц. На диапазоне 3,5 МГц контактами К9.1 реле К9 параллельно С11 подключается конденсатор С9. На диапазоне 1,8 МГц контактами К11.1 реле К11 подключается конденсатор С10.

Антенный КПЕ С19 также обеспечивает настройку П-контура на диапазонах 7 — 28 МГц. На диапазонах 3,5 и 1,8 МГц к нему реле К10 и К12 подключают соответственно конденсаторы С17 и С18.

Некоторое усложнение конструкции (дополнительные реле и постоянные конденсаторы, рассчитанные на соответствующую реактивную мощность), по мнению автора, оправдано, поскольку целесообразнее один раз сделать небольшие дополнительные расходы и навсегда избавиться от неудобств настройки при смене диапазона.

Отводы катушек L6, L7 П-контура коммутируются в зависимости от диапазона контактами реле К2—К8, которые, в свою очередь, управляются переключателем диапазонов SA6. Порядок включения реле определяется также диодами VD10—VD15, распаянными непосредственно на переключателе диапазонов SA6. Так на диапазоне 28 МГц включены все реле, на 21 МГц— К3—К8, на 18 МГц — К4—К8 и т. д. Таким включением достигаются минимальные потери мощности в неработающих витках катушек П-контура. Блокировочные конденсаторы (конденсатор С22 на схеме для упрощения показан только один) подключены параллельно обмотке каждого реле К2 — К12.

Измеренная добротность П-контура составила 8 на диапазоне 1,8 МГц, 10 — на 3,5 МГц и 14 — на 7 МГц. На высокочастотных диапазонах добротность находится в пределах 10...16, достигая максимума на диапазоне 10 МГц.

Усилитель мощности имеет два блока питания — внутренний и внешний (анодный).

Внутренний блок питания усилителя вырабатывает постоянные напряжения 24, 62 и 360 В, а также переменное 12 В. Источник отрицательного напряжения смещения управляющей сетки лампы выполнен на элементах VD6—VD9, С20, R9, VD3, VD4. Стабилитрон VD4 определяет ток покоя лампы в режиме SSB. В режиме CW контактами реле К17.1 последовательно с VD4 включается стабилитрон VD3. Режим работы "SSB/CW" выбирается переключателем SA5. Уменьшение тока покоя в режиме CW позволяет повысить выходную мощность и КПД усилителя. Каскад на транзисторе VT1 обеспечивает защиту усилителя при появлении тока первой сетки. Фильтр L8C24 в цепи базы транзистора задерживает ВЧ наводки. В исходном состоянии транзистор закрыт. При появлении тока первой сетки отрицательное напряжение на резисторах R11, R12 открывает транзистор VT1 и срабатывает реле К1. Контакты К1.1 реле размыкаются, лампа закрывается. Одновременно контакты К1.2 реле К1 через резистор R14 подают отрицательное напряжение на базу транзистора VT1 и удерживают его открытым, несмотря на отсутствие управляющего напряжения после запирания лампы. О срабатывании защиты сигнализирует светодиод VD19. Время срабатывания — не более 5 мс. Порог срабатывания защиты определяется резисторами R12 и R13. В исходное состояние защита переводится нажатием кнопки SB1.

Стабилизатор напряжения питания экранной сетки VL1 выполнен на элементах VD21—VD24, С25, R18, VT2, VD25'VD25", VD26'VD26". Резистор R20 предназначен для измерения тока экранной сетки. Напряжение подается на сетку лампы через антипаразитный резистор R8. Конденсатор С7 — блокировочный, составлен из шести конденсаторов емкостью по 3300 пФ каждый, которые равномерно размещены по окружности между лепестками экранной сетки и цилиндрическим заземленным корпусом. Резистор R7 — антидинатронный. Он образован шестью резисторами по 120 кОм, включенными параллельно конденсаторам С7. Параллельное включение конденсаторов и резисторов снижает их индуктивность и повышает устойчивость работы УМ на ВЧ диапазонах.

На элементах VD28—VD31, С27 выполнен источник питания коммутационных реле.

Для обеспечения максимального ресурса радиолампы подача напряжений питания происходит в определенной последовательности [4].

При замыкании контактов тумблера SA7 подается питание на вентилятор М1. О наличии напряжения на вентиляторе сигнализирует светодиод VD33. В режим малой скорости обдува вентилятор переводится тумблером SA8. О переходе в этот режим сигнализирует светодиод VD37. Дальнейшее включение усилителя осуществляется переключателем SA4. Вся последовательность подаваемых на лампу напряжений ("HEAT", "GR.1", "ANOD", "GRID2") контролируется по свечению светодиодов VD17, VD5, VD27 и VD36 соответственно. Использование галетного переключателя исключает неправильную последовательность включения и отключения напряжений. Переключатель SA4 должен иметь широкий подвижный контакт, чтобы во время его вращения уже включенные цепи не разрывались.

В положении переключателя SA4 "AIR" работает только вентилятор. Это положение используется и после окончания работы усилителя для полного охлаждения лампы в течение 5 мин.

В положении "HEAT" включается трансформатор Т1 и подаются напряжение накала и +24 В на реле и таймер. В положении "GR.1" включается источник отрицательного напряжения для управляющей сетки. Дальнейшим подключением лампы к источникам питания, кроме переключателя SA4, управляет таймер, выполненный на транзисторах VT3 — VT5. В положении "ANOD" через контакты SA4.3 включается каскад на транзисторе VT5 и реле К20 своими контактами включает реле К18. Через контакты реле К18 и разъем XS2 подается напряжение сети на внешний анодный блок питания. В положении SA4.4 "GRID2" включается каскад на транзисторе VT4 и через контакты реле К19 подается напряжение на экранную сетку лампы.

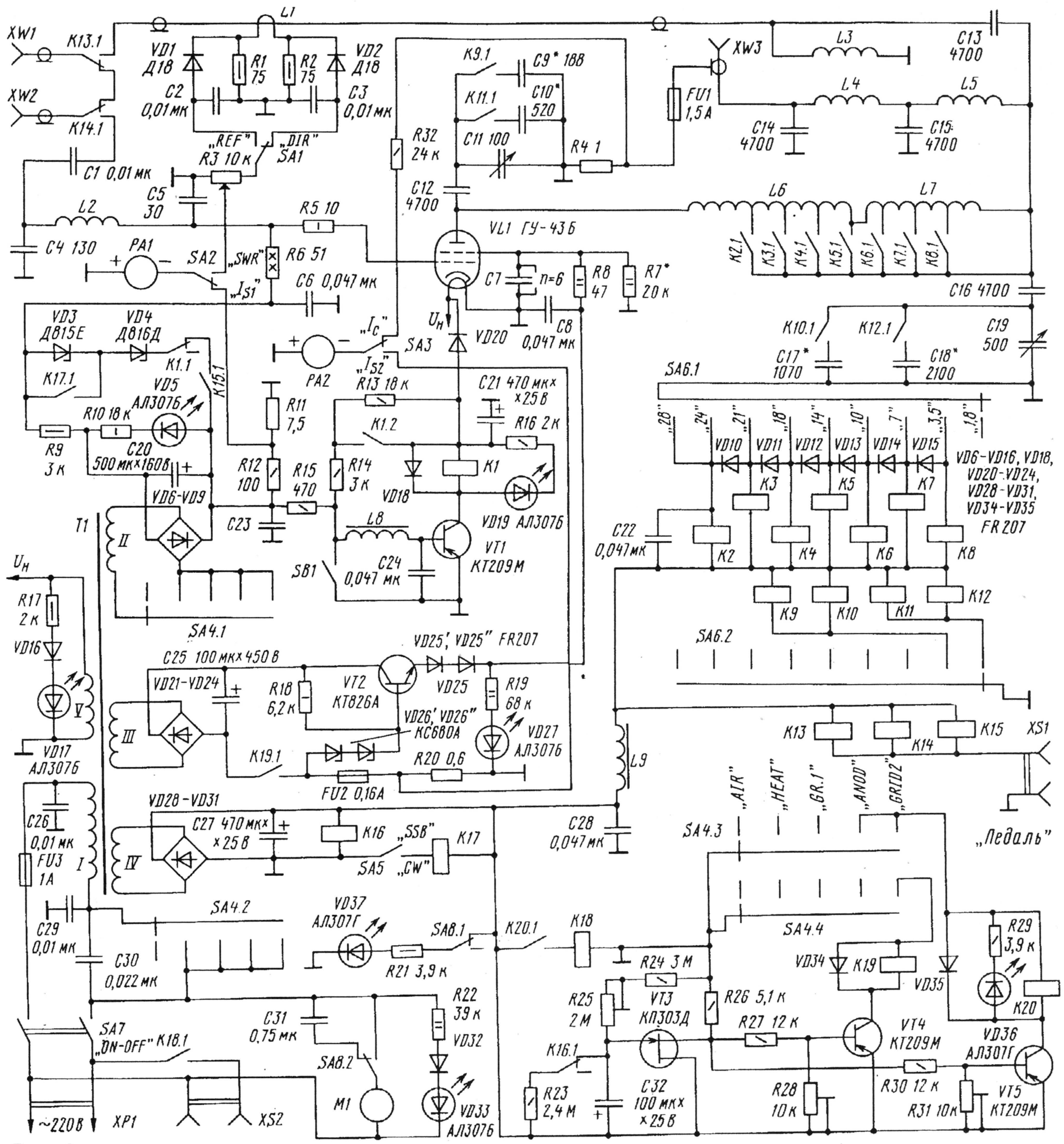


Рис. 1

Задержку включения $U_А$ и $U_{экр}$ на 3 мин обеспечивает таймер. При подаче на него напряжения одновременно с включением накала лампы конденсатор C32 начинает заряжаться и напряжение на затворе и истоке полевого транзистора VT3 постепенно возрастает. По мере его увеличения через 3 мин открывается транзистор VT5, срабатывает реле K20 и происходит подача $U_А$. Через 20 с открывается транзистор VT4 и реле K19 подключает лампу к источнику экранного напряжения. Задержка подачи $U_А$ определяется элементами C32, R24, R25 и R31, а задержка подачи $U_{экр}$ после $U_А$ на 10...20 с — резистором R28.

При выключении усилителя через контакты реле K16 конденсатор C32 разряжается через резистор R23, поэтому, если через 5 мин усилитель опять включить, конденсатор C32 обеспечит вновь необходимую задержку подачи $U_А$ и $U_{экр}$. Если включение УМ произойдет в промежутке времени до 5 минут после выключения, когда лампа еще не остыла, то не полностью разряженный C32 обеспечит включение $U_А$ и $U_{экр}$ с соответственно меньшей задержкой.

Прибор PA1 предназначен для измерений тока первой сетки лампы и КСВ. Прибор PA2 измеряет ток катода и ток второй сетки лампы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как "закачать мощу". — КВ журнал, 1993, № 1, с. 27, 28.

2. **Беспалый А., Прохоров С.** Применение в выходном каскаде усилителя мощности ламп с высокой крутизной. — Радиолюбитель, 1994, № 9, с. 28, 29.

3. **Бунин С. Г., Яйленко Л. Г.** Справочник радиолюбителя—коротковолновика. — Киев.: Техника, 1984.

4. **Кацнельсон Б. В., Калугин А. М., Ларионов А. С.** Электровакуумные электронные и газоразрядные приборы. Справочник. — М.: Радио и связь, 1985.

(Окончание следует)

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ АНТЕНН MMANA

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ-EU1TT, dl2kq@qsl.net)

Закладка "Gain/FB"

Выводит графики Gain(f) — черным цветом и F/B(f) — красным. На всех графиках так же, как и в предыдущем случае, можно включить согласующее устройство (СУ) и посмотреть его влияние.

Закладка "ДН"

Выводит разными цветами диаграммы направленности антенны для всех частот диапазона, а также табличку изменения основных параметров. Это бывает очень полезно при подгонке антенны, когда требуемые характеристики могут оказаться не на центральной частоте, а где-то в стороне. В этой же закладке, в окошке "ДН для поляризации", можно выбрать, для какой поляризации (вертикальной "V", горизонтальной "H", их суммы "Сумма" или для одновременного отображения разными цветами "V+H") будут построены ДН.

Закладка "Установки"

"Fцентр" — центральная частота графика. По умолчанию совпадает с установленной в описании антенны, в закладке "Геометрия".

"Лимит КСВ" — см. выше.

"Число доп. точек" — показывает, сколько дополнительных точек будет рассчитано между соседними шагами сетки.

"СУ на графиках" — дублирует всплывающее меню.

"Fсогласования" — по умолчанию частота согласования (настройки СУ) равна центральной. Но в этом окошке можно установить и любую другую необходимую частоту согласования.

Закладка "Диаграммы направленности"

Выбрав эту закладку (**рис. 5**), вы увидите ДН антенны в вертикальной и горизонтальной плоскостях и табличку основных параметров антенны.

Для случая идеальной или реальной земли ДН в горизонтальной плоскости по умолчанию строиться для зенитного угла, соответствующего максимальному уровню излучения. Иное значение зенитного угла задается кнопкой "Установить значение зенитного угла".

Если антенна моделируется в свободном пространстве, то установленный по умолчанию зенитный угол для построения ДН в горизонтальной плоскости составляет 0 градусов.

Об окошке "ДН для поляризаций" уже рассказано. Сохранить ДН и параметры антенны в отдельный файл (на будущее, для последующего сравнения их с другими) можно, выбрав в основном меню "Файл" команду "Сохранить ДН (*.mab)" (см. также раздел о командах главного меню "Файл").

Меню "Правка провода"

Вернемся в закладку "Вычисления". Узнав все данные антенны, обычно возникает желание чего-нибудь в ней подправить — hi. Конечно, это можно сделать, вернувшись в закладку "Геометрия" и изменяя вручную координаты проводов, но путь этот громоздок и весьма трудоемок. Гораздо проще нажать кнопку "Правка провода" и вызвать окно, которое представляет собой мощный CAD-редактор, позволяющий наглядно редактировать антенну одной только мышью.

В открывшемся окне (**рис.6**) имеются четыре закладки с очевидным назначением — вид антенны 3D и 2D в каждой из трех плоскостей. В трех последних случаях для облегчения проектирования на изображение накладывается координатная сетка с указанием масштаба.

Команды и кнопки

На правом поле окна, кроме очевидных движков "Масштаб" и "Вращать" (два движка — вокруг вертикальной и горизонтальной осей), имеются еще пять кнопок (сразу под движком "Масштаб") с пиктограммами. Первые три кнопки действуют только при выборе одной из закладок двухмерных видов (X-Y, Y-Z, Z-X) и устанавливают режим редактирования.

• Первая кнопка (с наклонной белой стрелкой) включает режим перетаскивания правой кнопкой мыши существующих проводов. Щелчок — выделение провода (он при этом меняет цвет на красный), щелчок и удержание клавиши нажатой — перетаскивание провода. Причем, если вы возьмете в этом режиме край провода (совместив курсор с крестиком конца провода), то будет перетаскиваться только один его конец. Если же вы возьмете середину провода, перемещаться будет весь провод параллельно исходному положению. Электрические соединения при этом не разрываются, т. е. будут перемещаться и концы тех проводов, которые электрически соединены с перемещаемым проводом.

• Вторая кнопка (с тонкой диагональной линией) включает режим рисования новых проводов. Щелкните в нужном месте правой кнопкой и, держа ее нажатой, нарисуйте провод.

• Третья кнопка (с квадратиком внутри) аналогична второй, но рисуется не один провод, а сразу квадрат или прямоугольник.

При всех перемещениях координаты начала и конца провода меняются не произвольно, а с выбранным шагом координатной сетки.

Следующие две отдельно расположенные кнопки относятся к управлению изображением, поэтому работают при выборе любой закладки изображения.

• Четвертая кнопка (с плюсом внутри) устанавливает центр изображения на начало координат (X=0, Y=0, Z=0).

• Последняя, пятая кнопка (с четырьмя стрелками по углам) устанавливает нормальный масштаб, помещая центр изображения на геометрический центр антенны.

В меню "Показ" имеется выбор из трех строк: первая строка — показ всех проводов антенны, вторая — показ только тех проводов, которые лежат в одной плоскости с выделенным, третья — показ только проводов, электрически соединенных с выделенным. Это меню полезно при редактировании сложных, объемных антенн.

В окне "Сетка" устанавливаются параметры координатной сетки. Кроме очевидных флага "Вкл" и меню "Шаг", имеется флаг "Автошаг", который, будучи включен, обеспечивает автоматическое изменение шага координатной сетки при смене масштаба изображения.

Под движками "Вращать" при выделении провода появляется его полное описание, включая его длину.

Команды всплывающего меню

Под правой кнопкой мыши имеется обширное всплывающее меню. Первые три его команды очевидны и устанавливают центр изображения на выбранное место, антенну или начало координат. Очевидны также команды "Отменить последнее действие" и "Удалить провод" (выделенный). Остальные команды:

• "Запомнить этот экран как", с последующим выбором "A, B, C", позволя-



Рис. 5

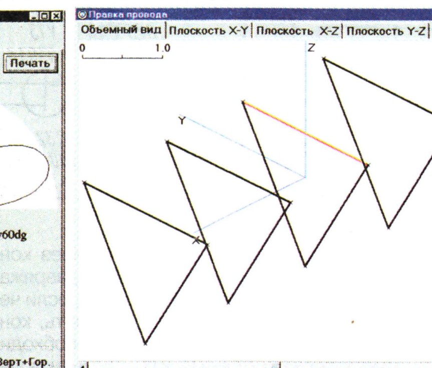


Рис.6

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2001, № 6, 7

ет сохранить в памяти особо понравившийся вам вид, с тем чтобы не потерять его при последующем редактировании.

• "Вызвать из памяти экран", с последующим выбором "А, В, С",— обратное предыдущему действие.

• "Описание провода" вызывает уже известное нам окно подробного описания провода.

• "Установить центр провода на начало координат" — перемещает провод так, что его центр оказывается точно на середине ближайшей оси координат.

• "Разделить провод на", с последующим выбором "2...10", — разрезает провод на выбранное число электрически соединенных кусков.

• "Соединить с концом ближайшего провода" — устанавливает электрический контакт.

• "Разорвать соединение" — разрывает электрическое соединение, позволяя перемещать провод отдельно.

• "Установить начало сетки на", с последующим выбором, — позволяет привязать начало координатной сетки к выбранной точке.

Меню "Правка элемента"

В этом меню объектом правки служит не отдельный провод, а элемент — несколько соединенных между собой электрических проводов. Например, одна рамка многоэлементного квадрата или один из диполей Яги.

Закладка "Параметры"

Выводит таблицу основных параметров каждого элемента. Активный элемент подсвечен красным. Столбцы в этой таблице (по порядку):

1. Форма и расположение элемента.
2. Расстояние между элементами, считая либо от дальнего элемента, либо от активного (выбирается соответствующим флагом внизу).
3. Ширина элемента.
4. Высота элемента.
5. Длина (для электрически разомкнутого, например, диполя) или периметр (для электрически замкнутого, например, квадрата) элемента.
6. Радиус в миллиметрах.
7. Seg. – разбиение на сегменты.
8. Количество проводов в элементе.

Размерность величин в столбцах 2...5 (в метрах или в длинах волн) выбирается установкой соответствующего флага внизу.

Во всплывающей в этой таблице под правой кнопкой мыши меню, кроме очевидных команд "Удалить", "Добавить", "Печать этой таблицы", имеются следующие:

• "Калькулятор" — вызов стандартного Win калькулятора.

• "Округлить величины до" с последующим выбором "2, 3, 4 знаков" — округляет излишне длинные значения после запятой (это полезно, если в процессе редактирования или оптимизации получились слишком много цифр после запятой).

• "Поиск и замена" — позволяет заменить значение координаты на новое, причем по выбранным осям. Специальный флаг позволяет менять и зеркальные значения (удобно для симметричных антенн).

• "Установки комбинированного провода" — то же самое меню, которое описано в разделе "Закладка "Геометрия" — описание проводов" (предыдущая часть статьи).

• "Изменить форму элемента". Чрезвычайно полезная команда, всплывающее под ней большое меню позволяет изменить форму элемента на треугольник, квадрат, ромб, восьмиугольник, линию и на фигуры более сложной формы, причем в любой плоскости и без изменения резонансной частоты элемента! Например, преобразование двухэлементной Яги в двойной квадрат производится несколькими движениями мышкой, занимая несколько секунд.

Закладка "Вид"

Выбрав закладку "Вид", можно посмотреть на антенну после преобразования формы элемента. Интерфейс и команды этого окна уже описаны в предыдущей части статьи и не требуют дополнительных пояснений.

Меню "Оптимизация"

Вернемся в закладку "Вычисления". Поредактировав антенну вручную, приходим к пониманию, что добиться таким путем желаемого результата непросто (хотя и интересно) и что лучше использовать автоматическую оптимизацию. После нажатия кнопки "Оптимизация" открывается соответствующее меню.

Окно "Параметры вычислений"

В этом окне надо объяснить компьютеру, что же именно вы хотите получить в результате оптимизации от антенны, т. е. установить цели. Это делается семью движками, положением движка задается важность (удельный вес) данного параметра для вас. Крайнее левое положение движка — параметр для вас совсем не важен, крайнее правое — максимально важен. Назначение движков "F/B", "Gain", "КСВ" очевидно, а вот остальные требуют пояснений.

• Движок "Верт. угол" подразумевает максимально низкий вертикальный угол максимума излучения.

• Движок "jX" — минимальную реактивную часть входного сопротивления антенны.

• Движок "Согласование" — оптимальное согласование под специально заданный импеданс.

• Движок "Ток" — минимум или максимум тока в заданной точке.

Кнопка "Установки цели"

Выводит меню детальных установок цели.

В закладке "Цель" задаются:

• В окне "Допустимый максимум" устанавливаются максимальные величины Gain, F/B, jX, КСВ, достижение которых будет считаться конечным результатом.

• В окне "Согласование" выбирается тип согласования или устанавливается выбранный импеданс, под который будет производиться согласование. Это окно задает параметры для движка "Согласование" предыдущего раздела.

• В окне "Цель тока" устанавливается, в какой точке минимума или максимума тока надо достичь. Это окно задает параметры для движка "Ток" предыдущего раздела.

В закладке "Установки" задаются:

• Окно "Направление тыла для F/B". MMANA при подсчете отношения F/B берет уровень излучения не только точно назад, а в некотором, задаваемом в этом окне угловом диапазоне. Это очень разумный подход. В самом деле, что толку, если антенна имеет подавление строго назад (азимут 180 град.), скажем, 30 дБ, но зато в паре задних лепестков ДН (на азимуты 135 и 225 град.) только на 6 дБ, что типично, например, для двойного квадрата G4ZU? В данном меню устанавливается угловой диапазон, и излучение назад считается по наибольшему уровню в этом диапазоне. Установленный по умолчанию "Азимут" 120 град. означает, что излучением назад будет считаться все в азимуте от 120 до 240 град. (180±60). Аналогично "Элевация" 60 град. — это диапазон вертикальных углов от 0 до 60 град.

• Окно "Стандартное Z" устанавливает Z, при котором КСВ=1, можно даже установить комплексное Z! Кнопка "Установить Z для hairpin согл." позволяет установить Z для случая использования согласующе-симметрирующего устройства в виде U-образной шпильки (hairpin match). При нажатии этой кнопки программа в открывающемся окне просит ввести волновое сопротивление кабеля (оно должно быть больше активной части Z, иначе такое согласование невозможно) и затем автоматически подсчитывается необходимая реактивная часть Z антенны.

Кнопка "Источники по диапазонам"

Выводит таблицу установки разных источников по разным диапазонам. Это бывает необходимо при оптимизации многодиапазонной антенны, питаемой в разных точках, например, трехдиапазонного двойного квадрата, у которого три кабеля питания, т.е. рамка каждого диапазона питается отдельно.

При описании в этой таблице мест расположения трех источников на три разные частоты в трех разных проводах оптимизация будет идти поочередно по каждому из источников.

Всем пользователям программы!

На сайте журнала "Радио" **www.paguo.ru** в разделе "CQ DE R3R – Техника" и по адресу <**ftp://ftp2.paguo.ru/pub/2001/06/mmanarus**> выложена третья версия программы MMANArus3, в которой переведены еще некоторые иероглифы и устранены небольшие неточности. В папке ANT антенны рассортированы по типам и добавлено еще 30 новых.

Чтобы установить новую версию программы поверх старой, сделайте следующее:

• сохраните во временную папку только вами сделанные файлы *.maa;

• запишите установки окна "Параметры земли" и удалите все целиком из папки программы;

• распакуйте в эту папку скачанный файл mmanarus3.zip;

• верните в папку ANT файлы ваших антенн из временной папки;

• в окне "Параметры земли" поставьте ранее записанные установки. Это необходимо для того, чтобы ваши старые антенны не изменили характеристик из-за изменившихся параметров земли.

(Продолжение следует)

КВ ТРАНСИВЕР НТ981М

Алексей БЕЛЯНСКИЙ (US2II)

Схема межблочных соединений трансивера показана на **рис. 25**. Кроме узлов А1— А8, описанных в предыдущих частях статьи, на схеме как подключенное к А8 самостоятельное устройство, показан узел управления плавной настройкой трансивера — валкодер (Encoder).

Как видно по схеме, трансивер имеет минимум навесных элементов. Каскад на транзисторе VT1 служит для управления телеграфной манипуляцией. Транзистор работает в ключевом режиме. Стабилитрон VD2 защищает базовую цепь транзистора, а цепочка R8, С1 является фильтром импульсных помех. Этот каскад не включен в узлы, так как изначально трансивер проектировался под старую версию синтезатора с управлением частотой с помощью телеграфного манипулятора, причем функции телеграфного ключа были заложены в синтезатор. Сигнал телеграфной манипуляции снимался с соответствующего выхода синтезатора и подавался непосредственно на вход 6 узла А4. Так как в предлагаемой версии синтезатора телеграфного ключа нет, для подключения внешнего ключа пришлось ввести этот каскад, который монтируется навесным способом в любом удобном месте трансивера.

Переменным резистором R1 регулируют чувствительность КСВ-метра. Начения переменных резисторов R2, R3 и R5 указаны на схеме.

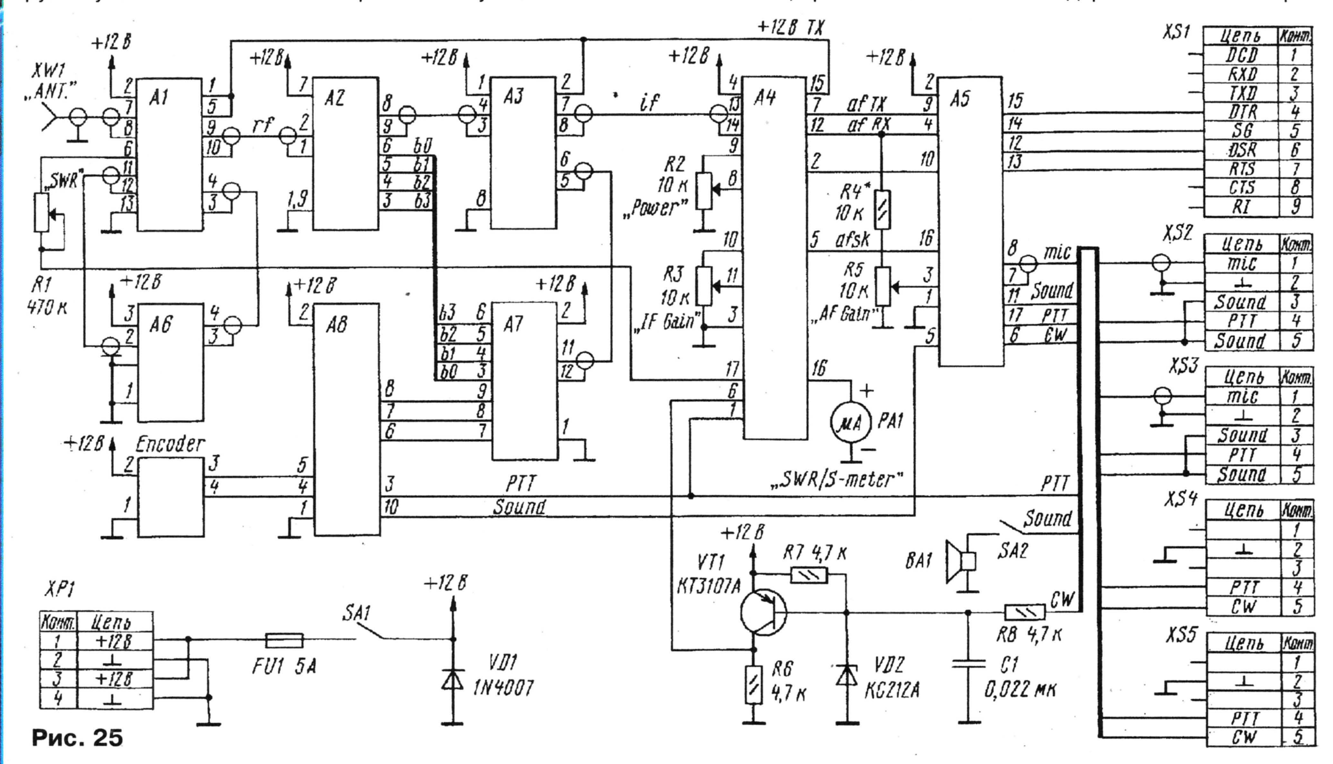


Рис. 25

значения переменных резисторов R2, R3 и R5 указаны на схеме.

Разъем XS1 (девятиконтактный RS 232) служит для подключения к одному из портов компьютера — COM1 или COM2. Нумерация контактов разъема XS1 соответствует нумерации контактов разъема порта. Благодаря встроенному в трансивер "HAMCOMM" модему можно работать телетайпом с использованием соответствующей программы (например, MIX 221).

К разъемам XS4 или XS5 подключают педаль (PTT) и телеграфный ключ. Эти разъемы имеют одинаковую распайку и взаимозаменяемы. Источник питания трансивера подключают к разъему XP1. Его контакты, для повышения надежности, включены параллельно.

Разъемы XS1, XS4, XS5 и XP1 установлены на задней панели трансивера.

Разъемы XS2 и XS3 установлены на передней панели трансивера (см. фото в первой части статьи), и к ним можно подключить микрофон, головные телефоны и тангенту (педаль). Разъемы также взаимозаменяемы.

Диод VD1 и предохранитель FU1 служат для защиты трансивера от неправильного подключения (при несоблюдении полярности) внешнего источника питания. Предохранитель установлен в специальном держателе на задней панели трансивера, диод смонтирован на выводах выключателя питания SA1.

Особое внимание при сборке трансивера следует уделить кварцевым фильтрам. Работу над созданием аппарата лучше начать с их изготовления, причем подойти к этому делу серьезно и не жалеть на это времени, так как хороший фильтр это половина трансивера!

В трансивере три кварцевых фильтра: фильтр основной селекции 3ZQ1, дополнительный SSB-фильтр 4ZQ4 и телеграфный фильтр 4ZQ3. Первый — восьмикристальный дифференциально-мостовой, дополнительный SSB-фильтр — четырехкристальный дифференциально-мостовой, а телеграфный — шестикристальный лестничный.

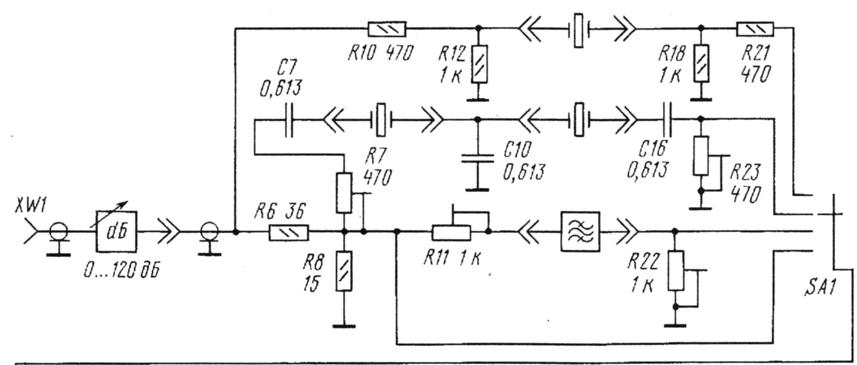
Всего нам понадобится 20 резонаторов на одну частоту (18 на фильтры и два опорных), которая может лежать в пределах 5...9 МГц, за исключением участка в районе 7 МГц.

Изготовление фильтров надо начать с отбора резонаторов. Для этого (помимо мешка кварцев) вам понадобится генератор качающейся частоты ГКЧ (автор использует самодельную приставку к осциллографу) и простейший стенд, который можно собрать на макетной плате. Он позволяет снять АЧХ кварцевого резонатора, АЧХ готового фильтра и построить прототип лестничного фильтра по методике, которая будет описана ниже.

Схема стенда приведена на **рис. 26**. Он содержит переменный аттенюатор 0...120 дБ с шагом 1 дБ, согласующие цепи для подключения исследуемых объектов и усилитель с коэффициентом усиления 80 дБ. Выход ГКЧ подключается к коаксиальному гнезду XW1, детекторная головка — к XW2.

Аттенюатор можно использовать от старого измерительного прибора или сделать по описанию в [6]. Резонансные цепи (L1,C5,C6 и L2,C13,C14) настроены на частоту ПЧ — в нашем случае 5 МГц. Катушки индуктивности L1, L2 намотаны на кольцевых ферритовых магнитопроводах марки 50ВЧ типоразмера К7×4×2 мм и содержат по 22 витка провода ПЭВ-2 0,2. Емкость конденсаторов С5 и С13 равна 150 пФ. Необходимое усиление каскадов устанавливается подбором резисторов R5 и R18. Настройка стенда сводится к настройке в резонанс колебательных цепей и установке требуемого коэффициента усиления.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2001, № 1—7



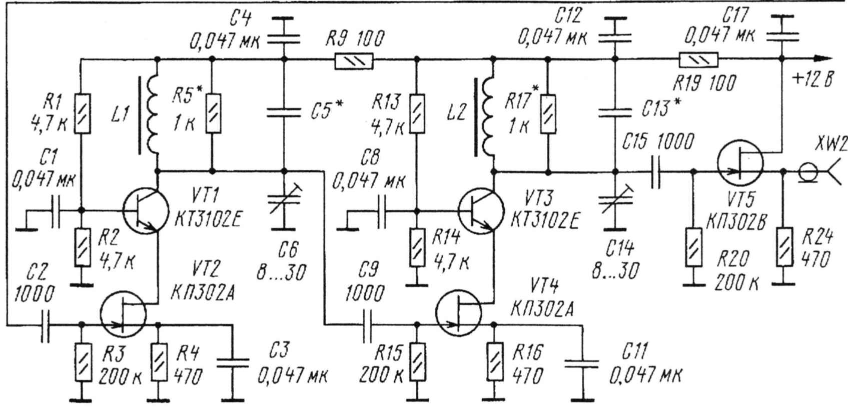


Рис. 26

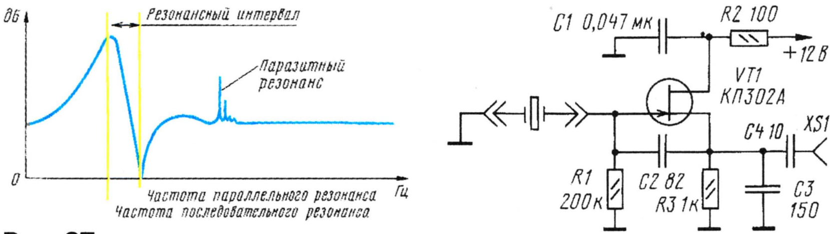


Рис. 27

Рис. 28

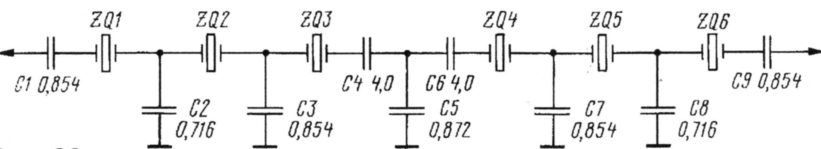


Рис. 29

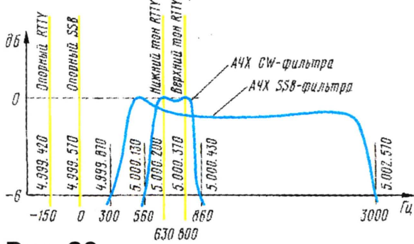


Рис. 30

Начать изготовление фильтра рекомендуется с внимательного прочтения литературы [7—10]. Многие работы из этого списка написаны более двадцати лет назад — но пусть это вас не смущает, информация, которая там содержится, не устарела. С тех пор в этой области не изобрели ничего нового. Печально другое, вполне вероятно, что в вашей библиотеке эти журналы уже давно сданы в макулатуру, а подшивки "Радио" за тридцать лет есть не у всех. В таком случае — добро пожаловать на **http://www/ax25/donetsk.ua/us/us2i**, эти статьи там можно найти в разделе "Литература".

Итак, прежде всего надо отобрать кварцевые резонаторы с минимальными паразитными резонансами. Они выглядят как "всплески" на АЧХ и, обычно, бывают выше основного резонанса по частоте. В пределах пятидесяти килогерц как минимум "всплесков" быть не должно. Примерный вид АЧХ кварцевого резонатора приведен на **рис. 27**. Ширина резонансного интервала должна быть в пределах 3...5 кГц. Можно применить резонаторы и с большим резонансным интервалом, но в этом случае его придется искусственно сужать включением параллельно кварцу конденсатора небольшой емкости. Это существенно усложнит настройку фильтра. Забракованные резонаторы вполне можно использовать в опорных генераторах трансивера.

Далее необходимо отобрать шесть кристаллов, наиболее близких по частоте. Для этого надо на той же макетной плате собрать простейший автогенератор по схеме, показанной на **рис. 28**. Электронным частотомером надо измерить частоту генерации каждого резонатора с точностью до одного герца. Из этих кварцев будет изготовлен телеграфный фильтр. Точность установки частоты остальных кристаллов особого значения не имеет, так как их все равно придется перетачивать.

Лестничный телеграфный фильтр проще всего изготавливать по методике, предложенной G3JIK и описанной в [11]. Изготовив в соответствии с этой методикой двухкристальный фильтр, проводим его испытания на стенде. Устанавливаем сопротивления подстроечных резисторов стенда R7 и R27 равными рассчитанному, снимаем АЧХ фильтра и измеряем полосу пропускания по уровню –6дБ. Полученная в результате экспериментов величина Z будет использована в дальнейшем для расчета фильтра.

В описываемом трансивере полоса пропускания узкого фильтра выбрана равной 300 Гц, что объясняется ориентацией в основном на работу в режиме RTTY. Для работы телеграфом, особенно в условиях соревнований, полосу пропускания лучше сделать несколько шире (500...800 Гц.)

Добившись необходимой полосы пропускания, собираем фильтр по схеме на **рис. 29**. Значения емкостей конденсаторов фильтра вычисляем по формуле:

$$C = K/(2\pi fZ),$$

где K — коэффициент емкости, указанный на схеме; f — частота фильтра.

Собрав фильтр, снимаем его АЧХ, нагрузив вход/выход на сопротивления, равные Z. Его полоса пропускания должна быть равна той, которую мы получили у двухкристального прототипа. Частоты верхнего и нижнего скатов полосы пропускания надо измерить с максимально возможной точностью.

Теперь, зная частоты верхнего и нижнего скатов телеграфного фильтра, надо четко себе представить распределение опорных частот в трансивере. Это удобно сделать в виде диаграммы, показанной на **рис. 30**. Внизу, вдоль координатной оси, показаны относительные значения частоты (по сути, это звуковая частота на выходе НЧ тракта). Они не зависят от значения ПЧ. Абсолютные значения необходимо пересчитать под вашу конкретную промежуточную частоту, точнее под частоты верхнего и нижнего скатов телеграфного фильтра. На рис. 30 они приведены для значения ПЧ 5 МГц.

Далее можно приступить к изготовлению фильтра основной селекции. Фильтр 3ZQ1 состоит из двух четырехкристальных звеньев. Два резонатора в звене имеют частоту примерно на 300 Гц выше нижнего ската фильтра, два других — на 300 Гц ниже верхнего. Например, в нашем случае резонаторы 3ZQ1.1 и 3ZQ1.3 имеют частоту 5000170 Гц, а 3ZQ1.2 и 3ZQ1.4 — 5002270 Гц.

Имеющиеся резонаторы необходимо подогнать под эти частоты. Эта работа не слишком сложна, но требует терпения, чистоты и аккуратности. Хорошо прогретым (но не перегретым) мощным паяльником необходимо распаять корпусы кварцевых резонаторов, следя за тем, чтобы расплавленный припой не попал на пластину. Основание корпуса надо очистить от избытка припоя.

После остывания кристаллов можно приступить к подгонке рабочей частоты. Подключив резонатор к генератору (см. рис. 28) и контролируя частоту генерации частотомером, надо подогнать рабочую частоту каждого резонатора. Повысить частоту резонатора можно, подтачивая металлизацию пластины микронной наждачной бумагой. После подточки, перед каждым измерением, пластину надо обмахивать чистой беличьей кисточкой. Понижать частоту удобно палочкой свинцово-оловянного припоя, проводя короткие штрихи по металлизированной поверхности пластины. В процессе работы полезно контролировать амплитуду ВЧ сигнала на выходе генератора. Заметное ее снижение говорит об ухудшении добротности резонатора. Скорее всего, это происходит из-за загрязнения пластины.

В этом случае рекомендуется тщательно промыть пластину спиртом. Если не поможет, кристалл можно выбросить.

Еще раз отмечу, что все предметы, входящие в соприкосновение с пластиной, должны быть абсолютно чистыми и не содержать следов жира.

После подгонки кристаллы необходимо выдержать три-четыре дня и снова проконтролировать частоту. Она не должна измениться более чем на 5...10 Гц. Многие авторы рекомендуют снова запаять корпус каждого резонатора. По моему мнению, этого делать не стоит. Достаточно общей герметизации фильтра.

Монтаж фильтра выполнен навесным способом в корпусе, спаянном из фольгированного стеклотекстолита.

Настройка сводится к получению требуемой АЧХ подбором конденсаторов 3С20—3С25 и резистора 3R16.

Дополнительный SSB фильтр — любая из половинок фильтра 3ZQ1. Методика изготовления и настройка та же.

ЛИТЕРАТУРА

6. **Скрыпник В**. Ступенчатый аттенюатор. — Радио, 1984, № 5, с. 21.

7. **Бунимович С. Г., Яйленко Л. П.** Техника любительской однополосной радиосвязи. : М. ДОСААФ, 1970.

8. **Жалнераускас В**. Кварцевые фильтры на одинаковых резонаторах. — Радио, 1982, № 1, с.18—20; № 2, с. 20, 21; № 6, с. 23, 24.

9. **Жалнераускас В.** Выбор резонаторов для кварцевых фильтров. — Радио, 1983, № 5, с. 16.

10. **Жалнераускас В**. Согласование кварцевых фильтров. — Радио, 1983, № 7, с. 20.

11. **Бунин С. Г., Яйленко Л. Г.** Справочник радиолюбителя-коротковолновика. — Киев.: Техника, 1984.

(Продолжение следует)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ GaAs ТРАНЗИСТОРОВ СВЧ ДИАПАЗОНА

Александр ГОЛЫШКО, г. Москва

Заметив в журнале несколько описаний устройств, в которых используются полевые транзисторы на основе арсенида галлия (АП325А-2 и др.), автор хотел бы сделать несколько замечаний, касающихся их применения. Начнем с технологии монтажа.

Во-первых, даже если известны правила обращения с транзисторами во время монтажа (защита от "статики", изгиб выводов и пр.), нелишне напомнить, что корпуса в полном смысле этого слова они не имеют. То, что мы видим, — это кристаллодержатель (его вид отражен в названии: "...А2"), не обладающий герметичностью и не защищающий кристалл от воздействия реактивов, используемых при монтаже и промывке плат. Более того, с учетом климатических воздействий транзистор может со временем деградировать, что скажется, прежде всего, на росте коэффициента шума и некотором снижении усиления. Причиной может быть банальная конденсация влаги при перепадах температуры.

Во-вторых, нельзя герметизировать транзистор лаком или компаундом — это также может привести к частичному или полному отказу. Устройства (платы) с этими транзисторами должны эксплуатироваться в герметичных корпусах, но для радиолюбительских целей и "комнатных" условий можно найти некий компромисс. Например, можно герметизировать транзистор диэлектрическим колпачком с диаметром в несколько раз больше диаметра кристаллодержателя. Лак наносится на плату по периметру колпачка, но не должен попадать на кристаллодержатель.

В-третьих, подобные транзисторы имеют высокое входное сопротивление и аттестованы для работы на частотах в несколько гигагерц. Их применение на частотах в сотни мегагерц (например, 400 МГц) вызывает проблемы с согласованием и приводит к неустойчивой работе. Для устранения последнего явления иногда наносят поглощающий материал (ферроэпоксид) на отдельные выводы транзистора. Без соответствующей измерительной техники можно попросту не заметить самовозбуждения транзистора на СВЧ (например, на 5 ГГц), что может иметь непредсказуемые последствия (от ухудшения коэффициента шума до нарушения работоспособности устройства и интереса органов Госсвязьнадзора).

И последнее. Если нужен узкополосный усилитель с полосой пропускания порядка единиц мегагерц и низким коэффициентом шума, то его гораздо легче выполнить на другой, более простой и доступной элементной базе (лет десять назад это уже можно было сделать). Тем более, что без моделирования усилителя нужная форма АЧХ вовсе не гарантирует получения минимума шума, а ручная настройка сразу по нескольким параметрам трудно выполнима без измерительной техники соответствующего уровня. В результате можно попросту "выстрелить из пушки по воробьям", хотя и на "модной" элементной базе. ■

МИКРОПЕРЕДАТЧИК ДЛЯ "ОХОТЫ НА ЛИС"

Для проведения тренировок и показательных выступлений по "охоте на лис" необходим миниатюрный передатчик, который излучает промодулированные по амплитуде сигналы. Важный узел подобного устройства — формирователь передаваемого кода (позывного). Для официальных соревнований он должен формировать позывные, состоящие из сочетания МО и символа, который имеет только точки (буквы Е, Т, S, Н и цифру 5). Формирователи таких позывных и необходимых интервалов их передачи относительно сложны и конструктивно плохо сочетаются с микропередатчиком, выполненным обычно на одном транзисторе.

На **рис. 1** показана принципиальная схема микропередатчика с формирователем упрощенных "позывных", состоящих из одной буквы или цифры. В зависимости от установки перемычек формируется один из 17 символов, т. е. в одной зоне поиска можно размещать до 17 подобных маяков.

На логических элементах DD1.3 и DD1.4 собран тактовый генератор, который задает частоту повторения позывных (определяется номиналами конденсатора С5 и резистора R2). Логические элементы DD1.1 и DD1.2 и десятичный счетчик с дешифратором DD2 образуют формирователь позывного. Выбор конкретного символа производится установкой перемычек между выходами А и В и выходами 1А — 6А и 1В — 6В. В **таблице** показано, какие символы формируются при различных вариантах установки перемычек. Последние три строчки таблицы приведены для полноты информации о работе формирователя. При соответствующих соединениях формируется символ "точка" (шесть коротких посылок), как и при соединении, приведенном в шестой строке таблицы.

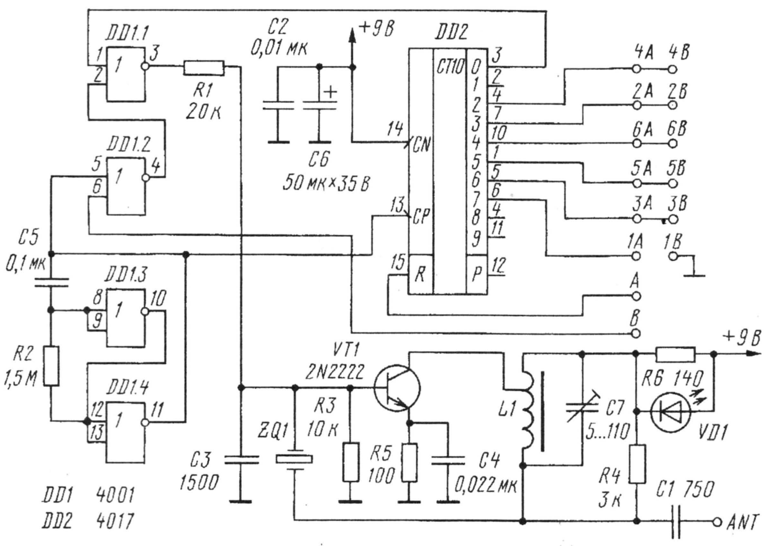


Рис. 1

Собственно передатчик собран на транзисторе VT1. Его частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Манипуляция осуществляется по цепи базы с выхода логического элемента DD1.4.

Практически все элементы микропередатчика и формирователя размещаются на печатной плате, разводка проводников на которой и размещение на ней деталей приведены на **рис. 2**. Вне платы находятся лишь резистор R6 и светодиод VD1. Они установлены на корпусе устройства. По миганию светодиода можно определить, работает ли устройство и какой запрограммирован в нем позывной. Выводы А, В, 1А — 6А, 1В — 6В — это штырьки от разъемов, запаянные на плату. Перемычки выполняют из ответных частей разъема.

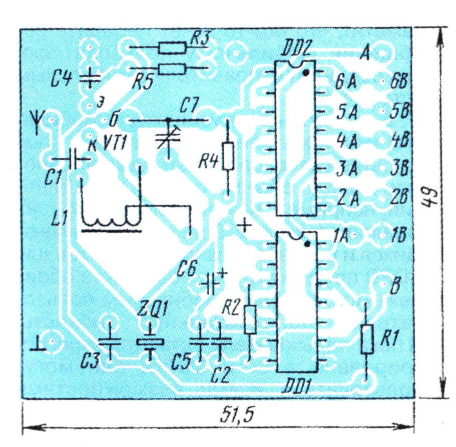


Рис. 2

Катушка L1 выполнена на кольцевом магнитопроводе диаметром не более 15 мм. Число витков зависит от начальной магнитной проницаемости кольца (не более 400, лучше 100). Катушка L1 должна иметь такую индуктивность, чтобы обеспечить резонанс на частоте 3,5 МГц при емкости колебательного контура 40...50 пФ. Отвод делают от трети витков, считая от верхнего (по схеме) вывода катушки.

Кварцевый резонатор ZQ1 должен иметь рабочую частоту, лежащую в пределах любительского диапазона 80 метров. Здесь можно применить относительно недорогие резонаторы на частоту 3,58 МГц, которые используются в некоторых иностранных телевизорах и как запчасти часто встречаются на радиорынках.

Подключение		Символ	Звучание
Вывод А	Вывод В		
4А	1В	Е	ти
2А	1В	I	ти-ти
6А	1В	S	ти-ти-ти
5А	1В	H	ти-ти-ти-ти
3А	1В	5	ти-ти-ти-ти-ти
1А	1В	•	ти-ти-ти-ти-ти-ти
6А	2В	A	ти-таа
5А	6В	U	ти-ти-таа
3А	5В	V	ти-ти-ти-таа
1А	3В	4	ти-ти-ти-ти-таа
6А	4В	N	таа-ти
5А	4В	D	таа-ти-ти
3А	4В	B	таа-ти-ти-ти
1А	4В	6	таа-ти-ти-ти-ти
5А	2В	R	ти-таа-ти
3А	2В	L	ти-таа-ти-ти
3А	6В	F	ти-ти-таа-ти
1А	6В	•	ти-ти-ти-ти-ти-ти
1А	2В	•	ти-ти-ти-ти-ти-ти
1А	5В	•	ти-ти-ти-ти-ти-ти

Отечественный аналог микросхемы 4001 — К176ЛЕ5, а микросхемы 4017 — К176ИЕ8. Транзистор 2N2222 можно заменить любым высокочастотным транзистором малой мощности структуры n-p-n (серий КТ315, КТ342 и т. д.). Марка светодиода в статье не указана, но отмечено, что здесь можно использовать любой с рабочим током около 5 мА.

Налаживание устройства сводится к подстройке конденсатора С7 по максимальной выходной мощности при устойчивой генерации. Эту операцию надо производить с "штатной" антенной, поскольку оптимальная настройка зависит от ее длины и расположения в пространстве.

Эта конструкция была описана в статье Бернарда Хефнера (DL1AQ), опубликованной в немецком журнале CQ-DL (Bernd Hofner, Minifuchssender 80 m mit C-MOS-Steuerung, CQ-DL, 2000, № 9, S. 656—657).

Редакция признательна DL1AQ, давшему согласие на воспроизведение этого материала на страницах журнала "Радио" и за консультации по вопросам, возникавшим при подготовке материалов для печати. ■

ЭВОЛЮЦИЯ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ

А. ГОЛЫШКО, главный эксперт ЗАО "Компания "МТУ-Информ", г.Москва

"Мне сказали, что каждая включенная в книгу формула вдвое уменьшит число покупателей. Тогда я решил вообще обходиться без формул".

Стивен Хокинг "Краткая история времени"

Мы продолжаем рассказ о модернизации цифровых сотовых сетей с целью повышения скорости передачи данных. В прошлый раз речь шла о семействе европейских технологий, теперь же обратимся к североамериканским решениям в этой области. Американцы в своих сотовых сетях довольно давно используют технологию передачи данных (ПД), накладываемую поверх существующей сетевой инфраструктуры.

Сделаем одно пояснение. В США принято говорить о своих национальных разработках, сетях и технологиях в несколько превосходной форме, поэтому слова "самый популярный", "единственно верный" и даже "глобальный", написанные американцем, подразумевают чаще всего территорию США. Поэтому, говоря про сотовую сеть, там обычно имеют в виду сети AMPS (800 МГц). Но не только.

Технология CDPD

В беспроводном мире потребители и потенциальные операторы часто оказываются перед проблемой выбора между многочисленными технологиями. Наиболее популярна передача цифровых пакетных данных по сетям сотовой связи (Cellular Digital Packet Data — CDPD). Это еще молодая, но уже достаточно зрелая технология, имеющая в США довольно большой рынок. Концепция CDPD впервые была представлена ведущими компаниями сотовой связи еще в 1993 г. Разумеется, с тех пор сменилось несколько вариантов используемого оборудования, и сегодня оно ориентировано на доступ в Интернет. Вероятно, именно поэтому США находятся в первых рядах по развитию мобильного Интернета.

Принцип, используемый в CDPD, довольно прост. Для ПД используются существующие каналы передачи голоса 19,2 кбит/с (со всеми видами кодирования) путем вставки пакетных данных в паузах и перерывах разговора. Поскольку сотовые сети обычно строятся так, чтобы обеспечить максимальную возможность дозвониться куда-либо в часы пик (ЧНН), свободный канал для CDPD находится практически всегда. Остается добавить, что CDPD использует линии сотовой связи более эффективно, чем аналоговые методы передач данных.

Абонентам CDPD дается IP-адрес в Интернет, после чего они могут использовать электронную почту и другие приложения для передачи данных. Для этого пользователю необходим портативный компьютер, оборудованный CDPD-модемом. Таким образом, функции передачи голоса и данных не обязательно должны выполняться с помощью единого терминала. Передача данных по радиоинтерфейсу CDPD защищается с помощью шифрования с открытыми ключами. По спецификации CDPD данные сжимаются согласно стандарту V.42bis и затем шифруются. В этом случае объем информации получается меньше, а передача его соответственно дешевле, чем при довольно распространенном подходе, когда данные сначала шифруются, а потом сжимаются.

Технология CDPD позволяет мобильным пользователям проявлять большую гибкость в решении вопроса, когда и куда звонить. Кроме того, если переносные устройства зарегистрированы в сети, локальная сеть может в случае необходимости связаться с мобильными пользователями и переслать им файлы и неотложные сообщения, где бы пользователь ни находился.

Для минимизации потребления энергии батарей на мобильном устройстве при установлении постоянного соединения технология CDPD поддерживает так называемый режим "сна". Сеть CDPD при регистрации пользователя сообщает устройству, как долго оно может "дремать"; затем сеть посылает сообщения "спящим" устройствам в согласованные интервалы времени. Когда "спящее" устройство слышит свое имя, оно "пробуждается" для принятия сообщения. Таким образом, мобильный пользователь имеет постоянный канал связи с домашним офисом до истечения срока регистрации. Постоянный канал с Интернет — одна из особенностей CDPD, отличающих технологию от большинства частных радиосетей ПД, существующих в США.

Так как CDPD разрабатывался под стандарты TCP/IP, мобильные устройства поддерживают все приложения для IP, которые имеются в домашней локальной сети. Существует даже организация, занимающаяся развитием и стандартизацией этой технологии — CDPD-Forum.

Для организации услуг CDPD оператору сотовой сети необходимо установить дополнительное оборудование на базовых станциях и в центре коммутации, чтобы сотовая передача данных охватывала ту же территорию, что и сотовая передача голоса. Распространение услуг CDPD за пределы таких модернизированных под пакетную ПД сотовых сетей — вполне логичный шаг. Технические предложения об организации услуг CDPD на традиционных сетях с коммутацией каналов находятся в стадии утверждения CDPD-Forum.

При CDPD с коммутацией каналов оснащенное CDPD-модемом мобильное устройство устанавливает контакт с такой сотовой сетью всякий раз, как пользователь выходит за пределы области охвата услугами CDPD. Как известно, в сетях с коммутацией каналов пользователи получают в свое полное распоряжение целый канал связи и платят за его использование целиком, пока он занят, даже если при этом им и не пользуются. В сетях с коммутацией пакетов канал занят, только пока по нему что-то действительно передается. Итак, вместо того, чтобы просто направить звонок по обычной сотовой сети, CDPD с коммутацией каналов дает возможность сети CDPD "узнать" местоположение мобильного пользователя, а пользователю не терять соединения с Интернет.

Предлагаемое решение должно быть прозрачным для администраторов локальных сетей, мобильных пользователей и приложений. При таком подходе компаниям сотовой связи достаточно добавить интерфейс сети с коммутацией линий к промежуточной системе для мобильных данных (Mobile Data Intermediate System, MDIS) в своих сотовых сетях — эти устройства отслеживают местоположение пользователей CDPD и передают им сообщения. Когда пользователи выходят за пределы региона охвата CDPD, их модемы извещают об этом MDIS компании связи. Получив информацию, MDIS оптимизирует использование и сводит к минимуму цену за звонок по сотовой связи с коммутацией каналов. MDIS, например, управляет звонком так, как если бы это был звонок с коммутацией пакетов посредством прекращения соединения, в то время когда пользователь не занимает канал. Это происходит, когда мобильный пользователь, скажем, загружает по каналу связи несколько писем электронной почты и затем начинает читать их, не разрывая соединения. MDIS "повесит трубку" в том случае, если пользователь не передает и не получает данных. С другой стороны, если MDIS заметит, что кто-то хочет передать сообщение мобильному пользователю, она соединит отправителя с мобильным устройством.

В некоторых ситуациях для мобильных пользователей соединение с коммутацией каналов бывает даже предпочтительнее обычного CDPD-соединения, например, при пересылке больших файлов данных. В большинстве имеющихся и разрабатываемых модемов для CDPD предусмотрена поддержка обоих режимов, что дает мобильным пользователям дополнительную гибкость. И пока пользователи остаются зарегистрированы в сети CDPD, они могут пользоваться всеми возможностями этой сети для защиты данных.

В общем, усилия CDPD-Forum направлены сегодня и на снижение за-

трат пользователей, и на возможность установления соединения в любой момент, даже вне пределов области охвата CDPD.

Специально созданные для CDPD приложения включают сегодня посылку сообщений; доступ к базам данных, описям и бланкам заказов; отслеживание доставки пакетов; управление сетями и справочник по маршрутам; изменение записей в медицинских картах; компьютерную рассылку и многое другое. Большинство из них представляют собой приложения обработки транзакций, в которых посылаемые и искомые сообщения малы по своим размерам. Члены CDPD-Forum утверждают, что CDPD может с легкостью обрабатывать большие файлы и использоваться для просмотра World Wide Web с помощью броузера типа Netscape с приемлемым временем отклика.

Крупнейшие компании сотовой связи США разрабатывают сегодня программы продаж для крупных корпоративных пользователей CDPD. К примеру, сотовый оператор McCaw Cellular Communications (Киркленд, Вайоминг) организовал альянс с PCs Compleat (Марлборо, Массачусетс), дистрибьютором и распространителем продуктов для ПК, с целью оперативного предоставления полных решений для CDPD (включая аппаратное и программное обеспечение) клиентам McCaw для сбережения их времени и денег.

Цена модемов для CDPD колеблется между 500 и 2000 долларов в зависимости от производителя, при средней цене в 1000 долларов. Плата за услуги CDPD в большинстве компаний сотовой связи взимается за пересылку пакета и колеблется между 8 и 20 центами за килобайт. Большинство компаний идут на снижение цен при больших объемах трафика. За услуги корпоративным пользователям выставляется один счет вне зависимости от числа регионов, в которых работают мобильные пользователи клиента. Все это стало возможным благодаря тому, что спецификации CDPD определяют процедуры взаиморасчетов между поставщиками.

Как видим, путь к ПД в сотовых сетях США несколько отличается от европейского и быстрее реагирует на потребности в новых услугах, максимально используя имеющуюся инфраструктуру связи. Впрочем, и вся экономика США быстро переориентируется туда, куда идет доллар потребителя. Таким образом, внедрение, к примеру, протокола WAP на цифровых сотовых сетях в США не получило такого же резонанса, как в Западной Европе. Тем более, что и в сотовой связи, и в развитии Интернета США были впереди всех.

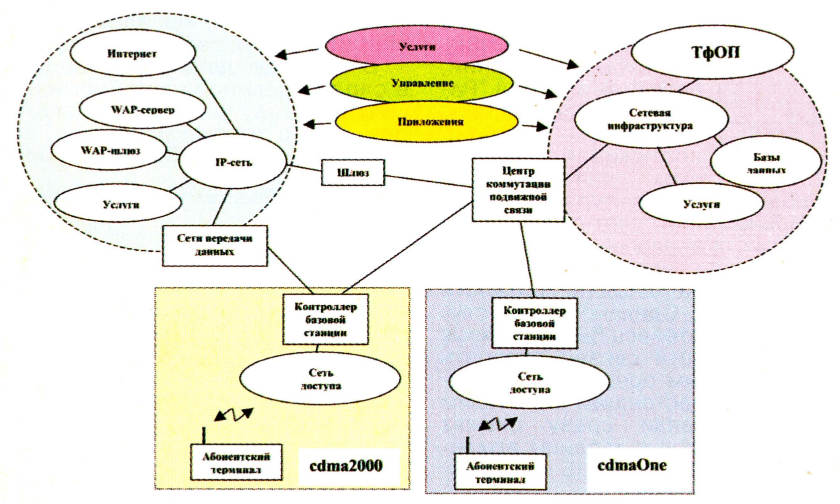
Теперь пора рассказать о решениях 2,5G для цифровых сетей сотовой связи, использующих стандарты, разработанные в США (и работающие по всему миру).

Системы IS-136+

Как следует из описания систем сотовой связи 3G, о которых мы говорили раньше, один из вариантов IMT-2000, именуемый IMT-SC, базируется на спецификациях стандарта IS-136 (дальнейшее развитие DAMPS). По сути, он определяет поэтапное расширение возможностей существующей системы TDMA. Первый этап — это передача речи и данных по радиоканалам с частотным разносом 30 кГц в соответствии со стандартом IS-136+ посредством совершенствования ПО. Это дает возможность увеличения скорости передачи информации до 64 кбит/с и одновременно улучшить качество передачи речи. Дальнейший путь усовершенствования сетей IS-136 такой же, как и у их идеологических родственников, сетей GSM. Это внедрение технологии EDGE, о которой рассказывалось в прошлый раз.

Варианты cdma2000

Сети cdma2000 — это, как известно, один из вариантов IMT-2000, поддерживающий услуги сотовой связи 3G. Эволюционный переход к cdma2000 подразделяется на две фазы, известные как 1X и 3X. Для реализации эволюционного перехода к IMT-2000 в полосе частот 1,25 МГц рассматривается еще одна фаза развития стандарта 1XEV, позволяющая расширить функциональные возможности cdma2000 за пределы 1X. Рассмотрим кратко эти разновидности.



Концепция модернизации сетей cdma-One

Системы cdma2000-1X

Сети стандарта cdma2000-1X представляют собой этап эволюции цифровых сотовых сетей cdmaOne (IS-95), работающих в диапазонах 800 и 1900 МГц. Сети cdma2000-1X функционируют в той же полосе частот, что и сети cdmaOne, но обладают вдвое большей пропускной способностью голосовых каналов и скоростью передачи данных 144 кбит/с (проводятся работы по достижению 153 кбит/с).

Сети cdma2000-1X и cdmaOne полностью совместимы, и их следует рассматривать, по сути, как стадии дальнейшего усовершенствования одной и той же сети. В материалах североамериканских производителей оборудования связи (TIA) стандарт cdma2000-1X называется как IS-2000.

Еще раз коснемся терминологии. Название 1X происходит от технического термина 1XRTT, который относится к сетям cdma2000, занимающим в спектре частот полосу 1,25 МГц. А "1X" означает технологию радиопередачи в полосе 1,25 МГц в различных участках частотного спектра.

Системы cdma2000-1XEV

Данный стандарт является дальнейшим усовершенствованием стандарта 1X. С его помощью достигается наиболее эффективное использование частотного спектра, увеличивается пропускная способность передачи данных, достигается наивысшая скорость передачи информации от 2 до 5 Мбит/с все в той же полосе частот 1,25 МГц. При этом снижается риск и защищаются капиталовложения операторских компаний. Определившиеся потребности операторов в 1XEV указывают на два этапа усовершенствования. В ходе первого этапа для более эффективного способа передачи информации потребуется достижение скорости передачи данных более 2,4 Мбит/с.

Системы cdma2000-3X

Это вторая фаза стандарта cdma2000. Усовершенствования в ней обеспечивают увеличение скорости передачи свыше того, что достигнуто в 1X, до 2 Мбит/с при многоканальной системе передачи. Название 3X происходит от термина 3XRTT, т. е. используются три канала по 1,25 МГц для предоставления услуг 3G. Как было сказано ранее, вариант cdma2000 предусматривает объединение нескольких радиочастотных каналов шириной по 1,25 МГц.

Что дальше?

Итак, мы рассмотрели некоторые сотовые технологии, которые уже основательно "перелопатили" мир телекоммуникаций и обещают сделать это еще раз с помощью новых широкополосных услуг. Дай Бог, но если участники рынка ошиблись в своих прогнозах, производителей и операторов ждут трудные дни.

Тем временем выяснилось, что индустрия сотовых телефонов расходует миллиарды долларов на создание вы-

сокоскоростных сетей (внедрение WAP — лишь начало пути), которые позволят их владельцам выполнять те же операции, которыми, как показывают многочисленные исследования, пока мало кто пользуется. Тут еще подоспело всемирное крушение ИТ-иллюзий о "новой экономике" с известными падениями биржевых индексов, разорением ИТ-компаний и сокращением штатов компаний-производителей. К тому же многие связисты вдруг поняли, что модернизация сотовых сетей — тоже вещь недешевая, ибо, несмотря на успокаивающие уверения производителей, серьезно затрагивает сетевую инфраструктуру. И, соответственно, карман оператора. А про сетевую инфраструктуру сетей 3G и говорить нечего — очень дорого. А больше всех огорчили финансисты, которым не понравилось, что, взяв кредиты на покупку лицензий 3G (в некоторых странах на это "ушли" десятки миллиардов долларов), сотовые операторы собираются нагрянуть к ним за новыми кредитами, причем гораздо большими по объему, чтобы строить сетевую инфраструктуру. Деньги, изъятые с рынка связи и уплаченные за лицензии, наверняка уже "освоены" специалистами в других областях. В результате кое-кто не вынес напряжения борьбы за развертывание сетей 3G. В частности, в мае 20001 г. "споткнулся" даже British Telecom, который теперь готовится к разделу и реструктуризации.

Как "заразить" человечество новыми широкополосными услугами — вот главный на сегодня вопрос рынка беспроводной связи. Впрочем, не только беспроводной. ■

ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВИКОВ

CALL	QTH	LOC	DXCC	TROPO ODX		AURORA ODX		MS ODX		FAI ODX		ES ODX	
RW1AW	KP50EB	472	38	1774	DL5MAE	2108	G3IMV	2168	F6HWK	2157	I4XCC	2497	SV1BTR
RX1AS	KN59FX	427	—	1709	—	1905	—	2271	—	—	—	2547	—
UA3MBJ	KO88SA	374	—	1560	—	2006	—	2573	—	—	—	2392	—
UA3DJG	KO95CN	290	25	1409	SM3AF	1997	DK3BU	1971	DL5MAE	—	—	2017	DL6YEH
RZ6BU	KN84PV	272	—	1172	—	960	—	2017	—	—	—	2953	—
UA4NM	LO48UO	270	—	1215	—	1850	—	2510	—	—	—	2290	—
RK2FWA	KO04FT	261	—	912	—	1759	—	2125	—	—	—	2010	—
RW3PF	KO93CD	241	32	1031	RA6EAG	2153	DF2JK	2134	I4XCC	1492	SM5BSZ	2268	PA3DOL
UA4AQL	LO20QB	201	23	1124	4K6D	1994	OK1KJU	2158	UL7TQ	—	—	2195	OK1AGE
RK3AF	KO85QR	170	31	803	YL2AJ/p	1750	DK1KO	2115	ON4AMX	—	—	2605	G7RAU
RZ1AWR	KO59DX	169	23	763	SM5BSZ	1286	DK3WG	2147	I4XCC	—	—	1927	ON1IM
RA3AQ	KO85JE	149	24	745	UY2LO	1712	DK1KO	1841	S51WX	—	—	2287	ON4NY
UA3AMY	KO85QU	132	15	930	LY2SA	1227	SM5HJZ	—	—	—	—	2382	F5RLW
RA3DQ	KO85US	121	24	701	UT5ER	1932	DL8YHR	2393	G0KPW	—	—	—	—
RZ1AP	KO49VW	106	19	—	—	1579	PA3CCE	—	—	—	—	—	—
RW3TU	LO25BR	84	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RX3QFM	KO91FM	77	26	1322	LZ7A	1866	9A1CAL	2334	RW9MD	—	—	2066	DL5MAE
RU3ACE	KO85SM	52	11	558	RZ3BA/1	1775	DK1KO	—	—	—	—	—	—
UA1XP	KO55JR	45	12	277	EW6FS	1662	DL1EJA	—	—	—	—	1746	PA5DD

Диапазон 144 МГц ↑

Диапазон 432 МГц ↓

RW1AW	KP50EB	124	12	1234	LA7DFA	1231	OZ1PMX	1825	DL4MEA
UA3MBJ	KO88SA	110		1306		1541	—	—	—
UA3DJG	KO95CN	95	12	1383	SM3AKW	1300	SK5DB	—	—
RX1AS	KN59FX	93	—	—	—	—	—	—	—
UA4NM	LO48UO	58	—	1230	—	1310	—	—	—
RW3PF	KO83CD	21	5	614	UY2LO	1697	OZ6OL	—	—
UA4AQL	LO20QB	18	4	1124	4K6D				

Диапазон 1296 МГц

UA3MBJ	KO88SA	20	—	301	—
RX1AS	KN59FX	13	—	—	—
UA3DJG	KO95CN	12	1	482	RA3LE

В последние годы наметилось явное возрождение интереса к радиосвязи на ультракоротких волнах. Это проявляется и в заметном увеличении числа участников УКВ соревнований, и в большей повседневной активности радиолюбителей на УКВ. Поддерживая эти положительные сдвиги в нашем радиолюбительском движении, редакция журнала “Радио” возобновляет публикацию таблиц достижений российских ультракоротковолновиков. Структура таблицы в основном повторяет структуру их зарубежных аналогов, но добавлены колонки с позывными корреспондентов рекордных по дальности связям (ODX). Сделано это не случайно. Нам хотелось бы сухой язык цифр дальности связей окрасить мнемоническим ореолом позывного, который настоящим любителям УКВ радиосвязи сразу скажет о многом. Данные таблицы приведены по состоянию на 15 июня этого года.



Виктор Андросов (RA3DQ)

Пока не все активные ультракоротковолновики откликнулись на наш призыв предоставить данные о своих достижениях. До кого-то, возможно, и не дошла информация о том, что такая таблица готовится к публикации, а кто-то за житейскими хлопотами просто не успел вовремя отправить нам данные. Но работа по обновлению и дополнению этих таблиц будет вестись теперь на постоянной основе, поэтому в любой момент в нее можно внести дополнения и изменения. Их следует направлять в редакцию журнала “Радио” ведущему УКВ раздел Виктору Андросову (RA3DQ). Ее можно выслать Виктору и по электронной почте на адрес **ra3dq@qsl.net**.

В таблице данные приведены в следующем порядке: позывной, QTH локатор, число QTH локаторов, число территорий мира, самая дальняя связь (по видам прохождения).

SK

Замолчали любительские радиостанции

Виктора Захарова (UA3FU)
Евгения Иванова (UA4CH)
Игоря Харачко (UT7WA)